



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**ESTRATIGRAFIA E PALEOAMBIENTES EM ROCHAS DA
FORMAÇÃO GRAMAME NAS PEDREIRAS DO ROGER
EM JOÃO PESSOA – PB**

DANEIL DA SILVA OLIVEIRA

**João Pessoa – PB
2014**

DANIEL DA SILVA OLIVEIRA

ESTRATIGRAFIA E PALEOAMBIENTES EM ROCHAS DA FORMAÇÃO GRAMAME
NAS PEDREIRAS DO ROGER EM JOÃO PESSOA – PB

Monografia apresentada ao curso de Geografia da
Universidade Federal da Paraíba como requisito
para a obtenção do Título de Bacharel em
Geografia.

Orientador: Prof. Dr. José Augusto Costa de
Almeida

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Galliza do
Amaral Marinho

João Pessoa – PB
2014

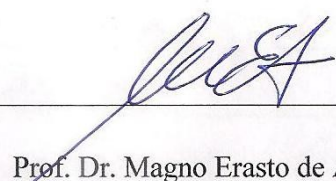
DANIEL DA SILVA OLIVEIRA

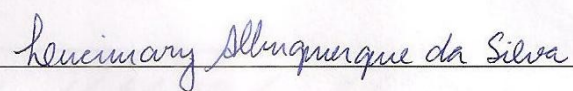
**ESTRATIGRAFIA E PALEOAMBIENTES DA PEDREIRA DO ROGER EM JOÃO
PESSOA – PB**

Esta monografia foi julgada e aprovada para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia,
no curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba.

Aprovada em: 14/03 / 2014.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Magno Erasto de Araújo


Prof.ª Dr.ª Lucimary Albuquerque da Silva


Prof. Dr. José Augusto Costa de Almeida

Orientador

Nota 9,0 (nove)

O48e Oliveira, Daniel da Silva.

Estratigrafia e paleoambientes em rochas da
Formação Gramame nas pedreiras do Roger em João
Pessoa-PB. / Daniel da Silva Oliveira.- João Pessoa,
2014.

60f. : il.

Orientador: José Augusto Costa de Almeida

Coorientador: Eduardo Galliza do Amaral Marinho

Dedico esta monografia àqueles, que com todo o amor, carinho e ternura me possibilitaram alcançar mais uma etapa da minha vida: meu Pai Sergio da Cunha Oliveira, minha mãe, Maria das Dores da Silva Oliveira e a minha querida avó, Selma Maria da Cunha Oliveira.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em reconhecimento a sua grandeza, soberania, misericórdia e a sua eterna sabedoria.

Aos meus pais, Sergio da Cunha Oliveira e Maria das Dores da Silva Oliveira, que investiram a sua vida, em prol do meu crescimento espiritual, físico e intelectual.

A minha avó, Selma Maria da Cunha Oliveira, que hoje sofre do Mal de Alzheimer.

A todos os meus familiares, amigos e a minha namorada, Daniele Cabral.

Aos meus verdadeiros amigos e irmãos no corpo acadêmico: Ana Maria, Camila Melo, Cecília Silva, Eliane Campos, Estéfanny Dhesiré, Francisco Vilar, Gisele Cunha, Gisele Felix, Josilena, José Fernandes, Laciene Karoline, Larissa Lavôr, Loester França, Maria Clyvia, Michael Douglas, Natieli Tenório, Rodrigo Brito, Suayze Pegador, Verônica Medeiros, Vinicius Conceição e todos aqueles que me fogue a menória.

Dessa galerinha “gente boa” gostaria de destacar: Francisco Vilar, Maria Clyvia, Michael Douglas e Natieli Tenório que me ajudaram de forma exaustiva e paciente em todo âmbito acadêmico.

Aos funcionários da UFPB/GEOCIÊNCIAS, em especial Abraão Lacerda, Cacilda Barreto, Cunha Oliveira, Digenalva Silva, Francisco Borges, Francisco Oliveira, Cunha Barbosa, Mauro Junior, Neydja Albuquerque, Sandoval Santos e a Equipe de Limpeza.

A todos os professores e servidores que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico dos quais menciono o meu orientador Zeca que por muito abriu a minha mente e que também me ensinou, que pesquisar não é só encher o Currículo Lattes, mas sim o resultado de um estudo prazeroso. A professora Lucymary Silva que foi uma verdadeira mãe para mim na UFPB. A professora Fátima Rangel que me orientou no PROBEX/LOGEPA, ao meu Coorientador Eduardo Galliza que me forneceu uma grande parte de seu acervo bibliográfico e que também corrigiu o meu projeto de pesquisa e por fim ao professor magno.

Ao meu Coorientador peço-lhe perdão pelas minhas negligências e pelas brincadeiras pelos corredores da UFPB/GEOCIÊNCIAS, se algum dia o constrangeu.

A Carol e a sua querida mãe Célia que trabalham na Xérox

A todos agradeço!

RESUMO

Este trabalho apresenta informações a respeito da estratigrafia e dos Paleoambientes das Pedreiras do Roger em João Pessoa – PB, durante o Maastrichtiano inseridos na Formação Gramame, na Bacia da Paraíba. Essa pesquisa teve por objetivo reunir os conhecimentos estratigráficos e paleoambientais existentes nas Pedreiras do Roger em João Pessoa - PB. Ao analisar os perfis estratigráficos foram identificados 28 camadas na Pedreira 1 e 31 na camadas na Pedreira 2, de modo que foram gerado perfis litoestratigráficos através dos estratos. A partir de uma revisão bibliográfica sobre a temática e atividades executadas em campo, verificou-se que as pedreiras estudadas correspondia a uma Plataforma Marinha Média em forma de rampa, fundo marinho não tão profundo. Constatou-se também que os paleoambientes possuía um clima tropical, sendo quente e úmido, correspondendo hoje ao clima do Nordeste Brasileiro, permanecendo assim até o final do Cretáceo.

Palavras Chave: Estratigrafia, Paleoambientes e Pedreiras do Roger.

ABSTRACT

This paper presents information on the stratigraphy and Paleoenvironments of the Quarries Roger in João Pessoa - PB, during the Maastrichtian inserted in Gramame formation in the Paraíba Basin. This thesis aimed to gather knowledge stratigraphic and paleoenvironmental existing quarries in the Roger in João Pessoa - PB. By analyzing the profiles 28 stratigraphic layers were identified Quarry 1 and 31 layers in the second quarry, so that lithostratigraphic profiles were generated through the layers. From a literature review on the subject and activities carried out in the field, it was found that the quarries studied corresponded to a Marine Platform Average ramp-shaped, not as deep seabed. It was also found that the paleoenvironments had a tropical climate, with hot and humid today correspond to the climate of the Brazilian Northeast, and remained so until the end of the Cretaceous.

Keywords: Stratigraphy, Paleoenvironments and Quarries Roger

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem de satélite localizando as Pedreiras do Roger, delimitada por uma linha amarela.	19
Figura 2: Linhas sísmicas da Bacia Paraíba e Bacia de Pernambuco.	31
Figura 3: Modelado proposto para a Bacia da Paraíba comparando as colunas das sub- bacias Olinda e Miriri/Alhandra na parte emersa da Bacia Paraíba.	33
Figura 4: Os Foraminíferos surgiram no Cambriano e tiveram o seu auge de desenvolvimento no Período Cretáceo, permanecendo até os dias de hoje. Os Foraminíferos foram muito importantes, pois deram origem a greda branca e esverdeada.	36
Figura 5: Essa figura ilustra de forma aproximada, como se configurava a fauna e flora do Cretáceo.	37
Figura 6: Configuração da Terra no Período Cretáceo Superior.	38
Figura 7: Ilustração do momento de impacto do meteorito no povoado de Chicxulub, na Península de Yucatán (no Golfo do México).	39
Figura 8: Modelados das Pedreiras do Roger 1 e 2 com imagem de satélite indicando a posição das mesmas.	43
Figura 9: Perfil Topográfico das Pedreiras do Roger 1 e 2 ampliada.	44
Figura 10: Modelado Digital das Pedreiras do Roger com elevações e curvas de níveis, latitude e longitude.	45
Figura 11: Perfil Litoestratigráfico da Pedreira 1.	47
Figura 12: Perfil Litoestratigráfico da Pedreira 2.	52

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Vista geral da Pedreira 1. Nesta localidade é possível acompanhar várias camadas horizontais por toda pedreira. Nas partes superiores encontram-se estratos de cor amarelada devido ao intemperismo.	48
Foto 2: Presença de Bioturbações nas camadas O e N, acima da linha laranja.	49
Foto 3: Imagem de um Amonóide oriundo da Pedreira 1 encontrado pelos pedreiros nas fáceis.	50
Foto 4: Imagem de um Cropólito em uma das camadas.	50
Foto 5: Uma outra imagem de Cropólito sendo curvada e alongada.	51
Foto 6: Vista geral da Pedreira 2. Nesta localidade é possível acompanhar várias camadas horizontais por toda pedreira.	53
Foto 7: Presença de Bioturbações nas camadas O e N, acima da linha vermelha.	54
Foto 8: Imagem de um Cropólito piritizado em uma das camadas na Pedreira 2.	55

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Mapa de Localização das Pedreira 1 do Roger 1 e 2 em João Pessoa – PB.....	18
Mapa 2: Mapa de localização da Bacia Paraíba (cor marrom) compreendida ente a Plataforma de Natal e a Bacia de Pernambuco. Na Bacia da Paraíba é perceptível as sub-bacias da mesma Alhandra, Miriri e Olinda.	30

LISTA DE ABREVIATURA E LISTA DE SIGLAS

AESA – Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

GPS – Sistema de Posicionamento Global

SGMB – MAIC Serviço – Geológico e Mineral do Brasil – Ministério da Agricultura e Comercio.

UFPE – Universidade Federal da Pernambuco

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 – CAPÍTULO – ASPECTOS GERAIS	15
1.1 Introdução	15
1.2 Justificativa	15
1.3 Caracterização do Problema	17
1.4 Localização da área de estudo	17
1.5 Caracterização da Área de Estudo	18
1.6 Aspectos Socioeconômico do Bairro do Roger	19
1.7 Objetivo Geral	20
1.8 Objetivo Específico	20
1.9 Materiais e Métodos	20
1.9.2 Trabalho de Campo	21
1.9.3 Histórico dos Estudo Geológicos na Bacia da Paraíba	22
1.9.4 Base Teórica	24
2. BACIA PARAÍBA	29
2.1 Caracterização Tectônica	29
2.2 Descrição das Unidades Estratigráficas	31
3. PERÍODO CRETÁCEO	35
3.1 Aspectos Gerais do Cretáceo	35
3.2 Paleogeografia no Cretáceo	37
3.3 Fim do Cretáceo e a Grande Extinção	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1 - Caracterização do Modelado das Pedreiras do Roger 1 e 2	42
4.2 Seção Estratigráfica das Pedreiras do Roger 1 e 2	45
4.2.1 Pedreira 1	46
4.2.2. Pedreira 2	51
4.2.3 Interpretação	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	59

INTRODUÇÃO

Sabe-se, que a margem continental da Bacia da Paraíba foi o ultimo elo entre a Brasil-África e que, portanto, seus depósitos sedimentares guardam consigo todo um registro geológico que pode desvendar seu passado. E por não ser tão rico em recursos minerais, como petróleo e gás natural, essa área por muitos tem sido esquecida, se comparada com arsenal de acervo bibliográfico registrado nas áreas adjacentes das margens continentais brasileira (Norte e Sul e Sudeste).

Não há fortes indícios de petróleo e gás natural nas margens continentais da Bacia da Paraíba, devido ao seu processo lento de separação com a África, mas há inúmeras ocorrências de calcário, sendo as pedreiras do Róger, um exemplo, das poucas que se encontra aflorada. Os calcários, do ponto de vista econômico, possuem uma utilização bastante perceptível na produção do cimento, na construção civil, na produção da cal; nas ornamentações, na correção de solos, na produção de barrilha, entre outros. Diante deste contexto essa monografia se propõe apresentar uma reconstituição paleoambiental nas pedreiras afloradas no bairro do Roger, em João Pessoa- PB, por meio das sequencias carbonáticas de origem cretácea da Formação Gramame, lançando mão dos estudos de Barbosa (2004). A ideia de reconstituição enquadra-se no preambulo de contribuir para o entendimento de como esse ambiente (Paleoambiente) ou meio fisico-geográfico, estava configurado, de modo que contribua para o acervo bibliográfico da área que se encontra desprovido e carente de informações.

1 – CAPÍTULO – ASPECTOS GERAIS

1.1 Introdução

Entender os processos modeladores da superfície terrestre, sejam eles internos ou externos, exige-se uma compreensão rebuscada da temática, principalmente quando o problema é desvendar os mistérios em fáceis litológicas, pois para tanto, é necessário trilhar caminhos, descobrir novas formas de transcender a realidade presente.

As rochas sedimentares são janelas no tempo para a compreensão da evolução dos antigos ambientes da Terra. Camadas calcárias, como as que compreendem o estudo apresentado, são, portanto muito importantes para a reconstituição paleoambiental, para a compreensão dos climas do passado e, portanto, servem como modelo para as futuras mudanças ambientais do planeta.

1.2 Justificativa

Devido à carência dos estudos estratigráficos e paleoambientais na Bacia da Paraíba, esse trabalho tem o intuito de contribuir para o acervo bibliográfico, visando aumentar o entendimento da evolução da margem continental do Brasil no último momento de ligação com a África e como estavam configurados os paleoambientes nas pedreiras do Roger.

Os estudos sobre as margens continentais no Brasil já vêm sendo estudada por vários pesquisadores, principalmente nas regiões Norte, Sul e Sudeste, devido a sua riqueza em recursos energéticos como o petróleo e o gás natural. Mas, bacias como a da Paraíba, por não dispor desses mesmos recursos são desprovidas de estudos verticalizados.

Esse período de tempo geológico, ocorrido aproximadamente há 65 milhões de anos é marcado por vários eventos geológicos, bem como a erupção com derrame basalto do Paraná-Entedeka; o início da separação da América do Sul e da África e principalmente pela queda do meteorito no povoado de Chicxulub, na Península de Yucatán (no Golfo do México). O ultimo evento mencionado, a queda dos meteoritos, culminou em uma extinção em massa da vida no planeta e também o encerramento da Era Mesozóica e início da Era Cenozoica, atualmente conhecida como passagem K-P (Cretáceo-Paleógeno).

Estudar a estratigrafia e os paleoambientes da pedreira do Roger por meio dos calcários aflorantes é o mesmo que buscar compreender o espaço pretérito de 65 milhões de anos e entender como ele estava configurado, para melhor compreender a sua distribuição pelo espaço geográfico, tendo em vista que esses ambientes guardam consigo recursos minerais de utilização ramificada.

Além de poder reservar petróleo e gás natural, bem como outros minérios, o próprio calcário é um tipo de rocha sedimentar que também possui uma variedade grande de utilidades, as quais encontram nas chamadas “base de cadeias produtivas”, em praticamente todos os materiais industrializados. Isso pode ser bem observado no dia-a-dia em janelas de vidro (areia, calcário e feldspato), cimento (calcário e argila) e nos alicerces de casas.

A partir dos dados apresentados, os minerais e rochas sempre foram recursos naturais de grande importância para a vida humana, tanto que já foram e são motivos de guerras. Pode-se dizer, portanto, que as famosas guerras mundiais tem se dado também por meio da busca desses recursos. A explicação para tais episódios se dão à medida que o homem desperta à necessidade de utilizar cada vez mais esses recursos para vários fins, seja para uso doméstico ou comercial. A busca por minerais e rochas pode ser observada a partir do século XV quando ocorre as primeiras Expansões Marítimas na Europa em busca da prata e do ouro. Nesse momento o mundo vive a primeira fase do capitalismo, o Capitalismo Comercial, momento em que o sistema capitalista é consolidado. Desse instante, torna-se cada vez mais intensa a disputa e a busca desses recursos naturais, os quais, hoje são essenciais a todas as sociedades industrializadas.

É de fundamental importância ressaltar bem como afirma Teixeira *et al.* (2009) que:

[...] o Homem não só veio a se interessar por esses recursos em meados do século XV, pois mesmo sem ter qualquer conhecimento acerca, eles já faziam uso, tanto dos minerais quanto das rochas desde o Paleolítico (origem da Civilização Humana), período também conhecido como Idade da Pedra Lascada, conhecido assim não por acaso, mas por ser esse período o marco zero, momento este em que o homem passa a ter o primeiro contato com os Recursos Naturais (TEIXEIRA et al 2009, p. 130).

Segundo as concepções do autor, comenta que os carbonato de cálcio são tão essenciais quanto tantos outros recursos minerais, pois deles precedem qualquer engenharia humana, desde as mais antigas, quanto as mais recentes.

1.3 Caracterização do Problema

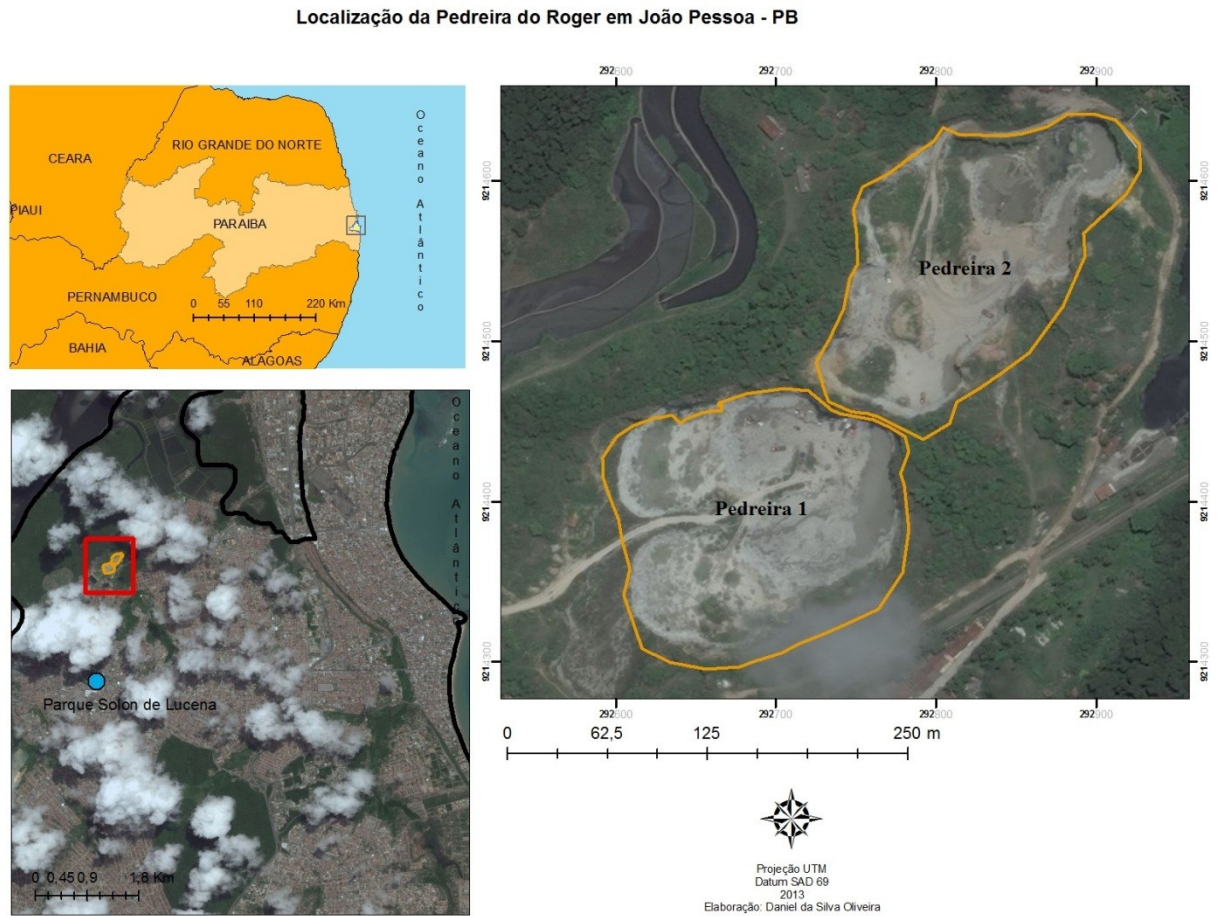
Com base no que foi exposto indaga-se: O acervo bibliográfico na Bacia da Paraíba carece de estudos estratigráficos e paleoambientais? Uma verticalização dos estudos estratigráficos e paleoambientais ajudarão numa melhor compreensão e entendimento da separação das margens continentais Brasil-África? Em que esses estudos contribuirão para a sociedade?

Partindo deste pressuposto, verificou-se que a Bacia da Paraíba carece de estudos estratigráficos e paleoambientais, e que um estudo verticalizado dos estratos de calcário como também dos paleoambientes contribuirá para sedimentar a lacuna existente entre os continentes sul-americano e Africano. O estudo dos calcários permite a sua localização pelo espaço geográfico possibilitando a sua exploração gerando renda, mesmo que seja informal. É de fundamental importância ressaltar que os calcários é um tipo de minério muito utilizado nas construções civis.

1.4 Localização da área de estudo

A área de estudo encontra-se localizada no município de João Pessoa – PB, no bairro do Roger, mais notadamente ao norte do Parque Solon de Lucena (Lagoa) e da Igreja Catedral Basílica de Nossa Senhora das Neves. No mapa 1, encontra-se a localização das Pedreiras 1 e 2 (mapa 1).

Mapa 1: Mapa de Localização das Pedreira 1 do Roger 1 e 2 em João Pessoa – PB.



1.5 Caracterização da Área de Estudo

Segundo a classificação de Köppen, que se baseia em critérios de temperatura e distribuição zonal da precipitação, a área de estudo encontra-se sob o domínio do clima Tropical chuvoso com estação seca de verão (As') e sua média anual é de 25°C. A vegetação da área apresenta-se de forma variada, sendo a Mata Atlântica e a Floresta Paludosa (manguezal) as predominantes. Geomorfologicamente as pedreiras do Roger encontram-se sob os Baixos Planaltos Costeiros, localizado a retaguarda da Baixada Litorânea (CARVALHO 1982). Na figura 1, a imagem obtida através do *Google Earth*, encontram-se localizadas as pedreiras do Roger, e a suas margens a pedreira do Conde d'Eu (pedreira mais antiga do bairro), estando hoje, sendo utilizada para tratamento de esgoto pela CAGEPA.

Figura 1: Imagem de satélite localizando as Pedreiras do Roger, delimitada por uma linha amarela.



Fonte: Google Earth.

1.6 Aspectos Socioeconômico do Bairro do Roger

No tratando das atividades econômicas desenvolvidas no Bairro do Roger, percebe-se que há um forte crescimento informacional, sendo visível nas ruas (fiteiros, lanchonete, bares e mercearias), além de placas informativas de prestações de serviços, como lavagem e passagem de roupa, costuras, ensino de tarefas de reforço e tratamentos capilares (PESSOA 2012). De acordo com o mesmo autor, somam-se a essas práticas as pequenas atividades comerciais da feira livre e da exploração de calcário, encontrado em um afloramento rochoso, popularmente conhecido apenas como pedreira, utilizado tanto pela construção civil, quanto para a fabricação de adubos que possibilitam a correção dos solos.

Segundo Pessoa (2012), [...] “a atividade extrativista de calcário, foi de extrema importância para a construção do bairro do Roger como a igreja de Santa Terezinha e também para a cidade de João Pessoa como um todo”.

1.7 Objetivo Geral

Reunir conhecimentos estratigráficos e paleoambientais existentes sobre as sequências carbonáticas das pedreiras do Roger em João Pessoa – PB, pertencentes à Bacia da Paraíba para acrescentar de dados e interpretações para reconstituição dos paleoambientes durante o Cretáceo Superior.

1.8 Objetivos Específicos

- Reconstituir os Paleoambientes a partir de dados das pedreiras 1 e 2, reunidos ao conhecimento anterior sobre a estratigrafia da bacia,
- Elaborar seções estratigráficas a partir dos afloramentos de calcário para detalhar como se comportam as unidades estratigráficas;
- Descrever dados de perfis geológicos, sessões estratigráficas e afloramentos que permita elaborar um modelo dos Paleoambientes.

1.9 Materiais e Métodos

O preâmbulo da pesquisa se deu a partir de uma revisão bibliográfica dos dados geológicos, estratigráficos, paleontológicos e paleoecológicos disponíveis sobre as unidades estratigráficas das pedreiras do Roger. Em virtude da escassez sobre a estratigrafia e dos paleoambientes da pedreira do Roger, recorreu-se a estudos de escalas mais amplas optando pelas obras que envolvessem a Bacia da Paraíba. Os dados almejados foram devidamente examinados, tendo em foco que estes foram alvo de procedimento para a dedução dos paleoambientes. Dos acervos consultados, Barbosa (2004), foi o cerne no fornecimento da gama dos resultados da pesquisa tanto incipiente quanto conclusiva, pois serviram de base para as interpretações estratigráficas e paleoambientais.

As bases cartográficas adotadas foram mapas históricos que já enfatizavam sobre os afloramentos de calcários no Bairro do Roger, elaborados por Santos (1928); Mapas Geológicos e Geomorfológicos, obtidos através da Secretaria da Ciência e Tecnologia e do

Meio Ambiente (SECTMA) e Agencia Executiva e Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Quanto aos aparelhos de suporte para elaboração de mapa, modelado e perfil topográfico da Pedreira, foi utilizado: o *Global Position System* – GPS (Sistema de Posicionamento Global). Quanto aos *softwares* foram utilizados: o *Google Earth*, o *Arcgis*, o *GPS Track Maker*, e por fim o *Surfver*.

Sabe-se, que há dificuldades em entender o processo dinâmico de uma realidade ambiental, se considerar apenas um único elemento ou fator (relevo, geologia, clima, hidrografia, solo, fauna flora, entre outros). Em virtude desse pressuposto, muitos autores da atualidade das Geociências levam consigo o conceito Geossistêmico. Tomando como base o que foi posto é de fundamental importante ressaltar que o conhecimento de um elemento, por si só, não é suficiente para esclarecer a funcionalidade do todo no qual o hipotético membro se insere (MARINHO 2011, p. 34).

Mesmo com métodos diferentes na interpretação de ambientes atuais dos não atuais, é lícito ressaltar que para entender o presente por meio do passado (ambiente) ou entender o passado por meio do presente (Paleoambientes), ambos necessitam compreender os processos físicos, químicos e orgânicos.

1.9.2 Trabalho de Campo

Os trabalhos de campo se deram por meio de várias visitas técnicas nas pedreiras, que foram divididas em três fases:

A primeira se deu com o intuito de conhecimento da área e caracterização da área, uma vez que alguns dados não batiam com o mapa. A segunda fase teve por objetivo, percorrer os entorno das pedreiras em parte mais profundada para a elaboração de mapas, perfis topográficos e modelados.

E por fim, a fase mais importante da monografia, está inserida na medição de todas as camadas de calcário afloradas, suas formas deposicionais, verificação da ocorrência dos macrofósseis nos depósitos e a correlação dos depósitos em ambas as pedreiras que se encontra distante uma da outra aproximadamente uns 10 metros. A finalidade foi a de comprovar as evidências proposta por Barbosa (2004).

Para a elaboração do modelado 3D e extração das curvas de níveis foram utilizados como método de interpolação de pontos o método de Krigagem, o qual permite construir um conjunto discreto de dados pontuais previamente conhecidos. O preâmbulo desse método se

deu a partir de coletas de pontos por meio da transferência dos dados (coletados em campo por meio do GPS) para o programa GPS Track Maker.

1.9.3 Histórico dos Estudos Geológicos na Bacia da Paraíba

Fazer uma revisão histórica da temática proposta exige um enorme poder de síntese, tendo em vista que, realizar um compêndio demanda uma leitura rebuscada, logo, no estudo do tempo geológico é importante observar os seus efeitos nas substâncias naturais da Terra que em geologia nunca observa-se os próprios eventos antigos, apenas seus efeitos nas substâncias da Terra. Destarte, antes de investigar o passado geológico deve-se investigar os processos atuantes presente na superfície e no interior da Terra . Isso porque para se entender como estava configurado um determinado ambiente é imprescindível estudar o arcabouço histórico da Terra, pois cada espaço no tempo (os paleoambientes) são construídos e reconstruídos à medida que o tempo avança, em detrimento aos fatores internos e externos. (EICHER 1969). Isso pode ser mais nítido do que afirma Eicher (1969, pag. 16) descreve: “Cada configuração física tem, assim, uma base histórica de existência. Não seremos capazes de compreender a nossa Terra atual até que consigamos penetrar em sua história”.

O estudo dos fósseis, como também a sua distribuição e sua dinâmica no espaço, a luz das camadas estratigráficas, também é de grande relevância na reconstituição dos paleoambientes, pois cada ser vivo representa uma janela no tempo. Esta asserção é mais nítida no que diz afirma Eicher (1969):

Da mesma forma, o registro fóssil apenas pode ser realmente compreendido à luz da distribuição e dinâmica de plantas e animais vivos. Todo o ser vivo representa uma história bem sucedida e atesta que incontáveis gerações precedentes foram capazes de superar os seres inconvenientes de mudanças de ambientes através do tempo. Os seres vivos, mais ainda que configurações físicas, são, assim o produto do tempo geológico e a atuação prolongada de leis naturais. O estudo dos organismos vivos deve, portanto, caminhar passo a passo com o estudo dos fósseis de modo a se alcançar uma real compreensão de ambos (EICHER 1969, pag. 16).

Sobre as considerações esparsas de cunho descritivo, no que tange aos trabalhos geológicos sobre a faixa litorânea dos Estados do Rio Grande do Norte e Pernambuco, ressalta-se, que há mais de um século que vem sendo estudada por vários pesquisadores (SANTOS 1928; MAURY 1930; KELL 1957; BEURLIN 1961; MABESOONE 1991a,

1991b; MUNIZ 1993; BARBOSA 2004 & 2007). Entretanto em 1964 o Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco recebeu um recurso financeiro do PADCT/FINEP do Projeto de Geociências o qual compreende três sub-projetos, dos quais, um ficou sobre a coordenação de Jannes M. Mabesoone. (UFPE/DEP.G.). Segundo Mabesoone (1991b) a revisão geológica da Faixa sedimentar costeiras dos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte tinha o seguinte objetivo:

[...] atualizar os mapas geológicos já existentes, eliminando sempre que possível às incoerências de mapeamentos superpostos, à luz das novas informações obtidas no campo e em laboratório (MABESOONE 1991b, pag. 21).

Nos estudos Geológicos Mabesoone (1991a, pag. 1-12) faz um apanhado histórico das primeiras pesquisas da faixa sedimentar na zona costeira do Estado de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Dentre os Pioneiros das pesquisas nos respectivos Estados em suas zonas costeiras Destacam-se Williamson e Hartt, pois segundo Mabesoone (1991a):

[...] em 1868, Willison referiu-se brevemente a camadas cretáceas no Estado da Paraíba. Porém, pode-se dizer que os trabalhos tiveram início de fato em 1870, quando foi publicada a conhecida obra de Hartt, intitulada *Geology and Physical Geography of Brazil*, publica no ano de 1870 (MABESOONE 1991a, pag. 11).

Segundo Mabesoone (1991a) nos estudos da Paleontologia, o grande destaque torna-se Maury (1924 e 1930), pois depois dos primeiros trabalhos publicado no final do século XIX e início do século XX, a autora apresenta uma descrição de todas as espécies de fósseis até então desconhecidas, de maneira tal, que confirmou a existência de uma associação fossilífera aparentemente paleocênica, além da dominante cretácea já conhecida.

Em sua obra publicada em 1930, O Cretáceo da Parahyba do Norte, Maury faz uma breve revisão da geologia do Estado da Paraíba do Norte, e em sua segunda parte descreve minuciosamente sobre a flora e da fauna do Cretáceo Superior. Já em 1928 João Domingues dos Santos (1928), publica sobre Os calcareos do estuário do Rio Parhayba e seus arredores. Nessa obra, Santos (1928) trata de todas as pedreiras existentes, pois segundo ele, todas as pedreiras calcária do estuário parahybano acha-se às margens do braço de mar ou nas suas vizinhança, das quais ele identificou dez pedreiras: 1 – Pedreira João de Brito; 2 – Pedreira do Roger; 3 – Pedreira Albano; 4 – Pedreira João Freie; 5 – Pedreira Cocota; 6 – Pedreira Fialho;

7 – Pedreira Eudócio; 8 – Pedreira da Graça; 9 – Pedreira da Ribeira de Cima, Ribeira de e da Ilha de Marques; 10 – Pedreira da Ilha do Tiriry.

Das dez pedreiras estudadas é de fundamental importância ressaltar que João Domingues dos Santos realiza análises químicas coletando amostras de *calcareos* em cada uma das pedreiras citadas anteriormente. As análises das amostras se deram em parceria com o Serviço Geológico e Mineralogia do Brasil (Mistério da Agricultura, Indústria e Comércio – MAIC).

Pode-se dizer que foram vários trabalhos realizados na Bacia da Paraíba sobre os seus depósitos sedimentares de Idade Cretácea, contudo, o trabalho de Barbosa (2004) por apresentar detalhes sedimentológicos, estratigráficos e paleontológicos, emerge como base de estudo dessa monografia. Os trabalhos realizados pela UFPE em um dos sub-projetos das Geociências e publicado na DGE / Série B: Estudos e Pesquisas (Volume 10), também contribuíram muito para a elaboração dessa pesquisa.

1.9.4 Base Teórica

Segundo Freitas (2012, p. 17), a fundamentação teórica constitui-se uma importante etapa, pois o diálogo com outros pesquisadores enriquece as discussões e endossa os resultados alcançados [...]. Isso porque a leitura, em diversas fontes, desperta novas perspectivas, que podem indicar direções, que contribuam para aprofundar seu trabalho.

Com base no que foi introduzido, serão abordados conceitos, algumas técnicas e métodos aplicados por alguns autores, contribuíram ricamente nos estudos estratigráficos e paleoambientais na Bacia da Paraíba. Será de estima relevância, aprofundar o estudo das condições do meio no qual se desenvolvem os seres vivos, o qual é constituído pela ecologia, pois segundo o mesmo autor o meio-físico geográfico e a biosfera estão estreitamente integrados. Portanto, será apresentado às forças que resulta na dinâmica da superfície terrestre o qual configura os ambientes, e remodelam os mesmos ao longo do tempo geológico e também deixando evidências de paleoambientes. (TRICART 1978, p. 13)

Levando em consideração que essa pesquisa terá por centralidade o ambiente e Paleoambientes e que as paisagens ambientais vão se inserindo no espaço de forma evolutiva, se transformando em uma escala de tempo geológica contínua, estando sempre em constante transformação, pode-se dizer conforme Tricart (1978, apud MOREIRA 2008) que o planeta é

o resultado da interação entre os seres vivos e o meio físico-geográfico. Pois segundo o autor esse resultado se dá por meio de três forças e suas formas de energia:

Uma primeira força é a que está embutida na própria matéria que constitui o planeta na medida da evolução do planeta, essa matéria libera – em ritmo irregular no tempo – a força e a energia que nela tem acumuladas, ocasionando as deformações tectônicas responsáveis pela morfologia da superfície terrestre [...]. Uma segunda força vem da rotação dos astros no universo, e se materializa na ação da lei da gravidade. Ela é a fonte de energia que responde pela movimentação das massas de ar, pelas precipitações em suas diferentes formas (chuva, neve, granizo) [...]. A terceira força, por fim, refere-se às radiações solares e se traduz na forma da energia eletromagnética por meio da qual as radiações solares são captadas pela clorofila das plantas e formam a energia necessária à síntese dos hidratos de carbono, assim ressintetizando a geoquímica do planeta Tricart (1972, apud MOREIRA, 2008. p 119 - 120).

Desta forma, Tricart (1978, apud MOREIRA 2008) destaca, de uma forma mais verticalizada que o resultado da conjunção das duas primeiras forças resulta no meio físico-geográfico, sendo que somados a terceira força, forma o meio geográfico:

O meio físico-geográfico é o resultado da conjunção das duas primeiras forças, a força da matéria acumulada nas camadas do planeta e a força da atração dos astros, e os seres vivos, o resultado destas com a combinação com a terceira, a força das radiações, o conjunto das interações sendo o meio geográfico. O meio geográfico é, assim, o meio físico mais os seres vivos, na abrangência das suas interações e que tem os seres vivos com o seu sujeito de formação Tricart (1972, apud MOREIRA, 2008. p 119 - 120).

É entendido que, a arrumação do espaço do meio geográfico é um dado fundamental da morfogênese, sendo que o espaço geográfico por sua vez possui um cabedal de paisagens, isso no que se refere Tricart (1978, apud MOREIRA 2008):

A arrumação espacial do espaço do meio geográfico é um dado fundamental da morfogênese. E se revela na paisagem através de suas diferentes formas de classificação. A paisagem do meio geográfico é o resultado dos movimentos das forças na superfície terrestre, do deslocamento da posição geográfica das suas formas e da alteração contínua das suas configurações, promovida pela ação conjunta das três forças Tricart (1972, apud MOREIRA, 2008. p 119 - 120).

Desta forma Tricart (1978, apud MOREIRA 2008) ainda afirma que: “o conhecimento das três forças é o primeiro passo para o conhecimento do meio geográfico”. As informações

propostas apresenta uma reconstituição de um ambiente pretérito, durante o cretáceo superior, ou seja, busca compreender como esse meio geográfico estava configurado, por meios dos depósitos de calcário. E para tratar dos conceitos de ambiente e Paleoambientes será introduzido o que afirma Vieira (1980):

Ambiente é o meio em que se está, é o que está à roda ou envolve alguma coisa. Para o propósito deste trabalho, ambiente é o meio natural (físico, químico e orgânico). Paleoambiente é um ambiente do passado geológico, o qual normalmente não persiste até hoje (VIEIRA 1980, pag. 33).

O mesmo conceito pode ser observado pelo que coloca Suguio (1998), ao conceituar Ambiente e Paleoambiente como:

Ambiente: Âmbito geográfico apresentando fatores climáticos, edáficos, hidrológicos, bióticos, etc. característicos, que envolve e sustenta os seres vivos no interior da biosfera (SUGUIO 1998, pag. 28 e 29). Paleoambiente: Termo em geral para referir-se ao ambiente antigo de sedimentação que, em geral, é reconstituído através das características dos sedimentos depositados. Deste modo pode-se chegar, com maior ou menor grau de precisão, aos parâmetros físicos, químicos e biológicos característicos de um Paleoambiente (SUGUIO 1998, pag. 575).

Santos (1928) por ser um dos pioneiros a descrever sobre os Calcários do Estuário do Rio Parahyba e seus Arredores, se faz importante nessa monografia, pois o mesmo realiza análises das dos calcários.

Vários autores tratam de forma intrínseca sobre a formação da Bacia da Paraíba, dos quais enfatizam as suas unidades estratigráficas, seus depósitos sedimentares, paleontológicas e geoquímica. Desses autores os notórios a citar são: Williamson (1968), Hartt (1870, 1875), Derby (1907), Branner (1902, 1904), Oliveira e Leonardos (1940), Moraes (1928), Santos (1928), Maury (1930), Oliveira (1940), Oliveira e Leonardos (1943), Mabeoone (1991a, 1991b), Sá 1998, Lima Filho (1998), Barbosa (2004, 2007).

Barbosa (2004), ao estudar a evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno, objetivou aprimorar o conhecimento existente a respeito das unidades carbonáticas das formações Gramame e Maria Farinha. Para tanto, foram utilizados dados de afloramento, dados de poços de água e dados de perfilagem e testemunhagem do Projeto Fosfato executado pela CPRM. O resultado desse respectivo trabalho foi à divisão da Bacia da Paraíba em e três sub-bacias: Olinda, Alhandra e Miriri.

Segundo Barbosa (2004) a primeira série de dados sobre os poços foi levantada junto a CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e alguns dos poços foram observados; esses testemunhos encontram-se depositados no 4º Distrito DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) (2004, pag. 83). De acordo com o mesmo autor a primeira categoria de poços:

é muito importante por trazer um exame da litologia e da composição mineralógica dos testemunhos, descritas em perfis de boa qualidade. A quase totalidade desses poços possui, além dos aspectos geoquímicos e mineralógicos a curva de raios gamas (BARBOSA 2004, pag. 83-84).

Segundo Barbosa (2004, p. 85-85), os dados dos poços de água foram levantados com o intuito de possibilitar uma compreensão mais profunda das unidades [...], tendo em vista que alguns desses poços permitem ao menos um melhor controle estrutural das sessões sedimentares, tendo em vista que alguns alcançaram o embasamento da Bacia. A execução desses poços se deu por meio das Companhias de Recursos Hídricos dos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. O grau de detalhe da descrição dos poços permitiu a sua utilização nos estudos da estratigrafia das unidades.

De acordo como Barbosa (2004, pag. 85-86) ao longo da faixa costeira entre Recife e João Pessoa vários afloramentos foram visitados juntamente com as áreas de mineração, os mesmos representam grandes exposições de calcários.

Os referidos dados obtidos por Barbosa (2004) foram interpretados sob a ótica dos modernos conceitos de interpretação de sequências estratigráficas, de modo que:

Verificou-se que a variação do preenchimento sedimentar parece ter sido controlado por eventos tectônicos durante o Cretáceo Superior, eventos estes sem uma datação conclusiva. Verificou-se que a transgressão que iniciou o domínio marinho na bacia, parece ter vindo da Bacia Potiguar, sendo a região da Sub-bacia Olinda a última a ser invadida. Porém, os efeitos da Regressão ocorrida a partir do final do Maastrichtiano, parecem ter sido menos atuantes nesta sub-bacia ao norte (Alhandra e Miriri). Foram Caracterizados aspectos deposicionais das unidades, como paleobatimetria e ambientes de deposição. Também foram verificados três grandes eventos biológicos: colonização da fauna marinha ao início da transgressão; uma redução da fauna durante o Maastrichtiano Superior e uma recolonização durante o Paleoceno (Barbosa 2004).

Com base nos resultados de Barbosa (2004), percebem-se pequenas evidências extraídas no trabalho de campo, de modo que esses resultados ainda carece de maiores estudos aprofundados.

2. BACIA PARAÍBA

2.1 Caracterização Tectônica

Parte da Bacia Paraíba encontra-se inserida em uma porção emersa com uma largura média de 15 a 20 km, com uma área aproximada de 8000 km², e outra, a oceânica, com uma largura máxima de 60 km, possuindo uma área de cerca de 3000 km² no Platô de Pernambuco na Região de Recife Sobral (2013).

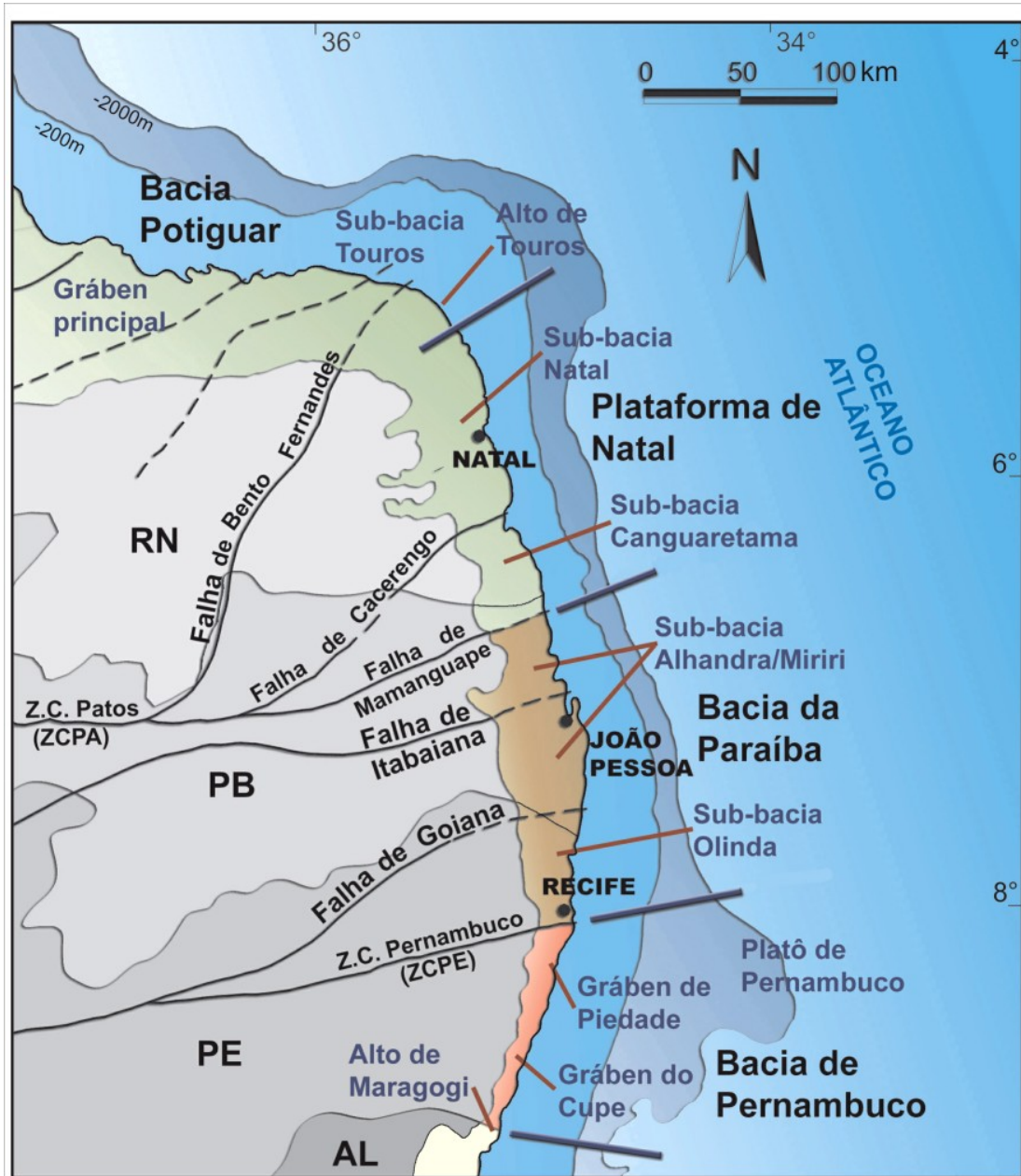
Barbosa *et al* (2006, p. 289), elaborou um mapa de localização da Plataforma de Natal, Bacia Paraíba e da Bacia de Pernambuco. A ideia dessa obra é exatamente, a de estudar os aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira entre Recife - Natal, por meio de observações de dados de poços (mapa1).

A Bacia da Paraíba manifesta-se como uma rampa estrutural suavemente inclinada para leste. Se comparada com as Bacias adjacentes, perceberá uma grande diferenciação em suas evoluções como, por exemplo, as Bacias Pernambuco e Potiguar (BARBOSA *et al* (2005). A Bacia da Paraíba acha-se compreendida entre o Alto estrutural do Mamanguape, que é uma das ramificações do Lineamento de Patos (ao Norte de João Pessoa) e o Lineamento de Pernambuco nas proximidades de Recife, estando ela compartimentada em três sub-bacias (Mapa 2): Miriri, Alhandra e Olinda (BARBOSA *et al*, 2003; BARBOSA, 2004; BARBOSA & LIMA FILHO, 2005).

Segundo Barbosa *et al*. (2005, p. 6), a Bacia da Paraíba [...] sofreu uma evolução tardia, a partir de um processo de estiramento crustal, não evoluindo para uma bacia *rift* típica. Pois, segundo ele o preenchimento sedimentar nesta área teve início, provavelmente, no Cretáceo superior, deferindo das demais bacias marginais.

Nos estudos pioneiros na Bacia da Paraíba, diversos autores a consideravam como Bacia "Pernambuco-Paraíba" (MABESOOSNE *et al*. 1988, 1991; SÁ 1998). Esse discurso se desenvolveu por décadas, até que autores posteriores (LIMA FILHO, 1996; BARBOSA *et al*. 2005) propuseram a existência de duas bacias, das quais se encontravam separadas pelo Lineamento de Pernambuco (mapa 2).

Mapa 2: Mapa de localização da Bacia Paraíba (cor marrom) compreendida ente a Plataforma de Natal e a Bacia de Pernambuco. Na Bacia da Paraíba é perceptível as sub-bacias da mesma Alhandra, Miriri e Olinda.



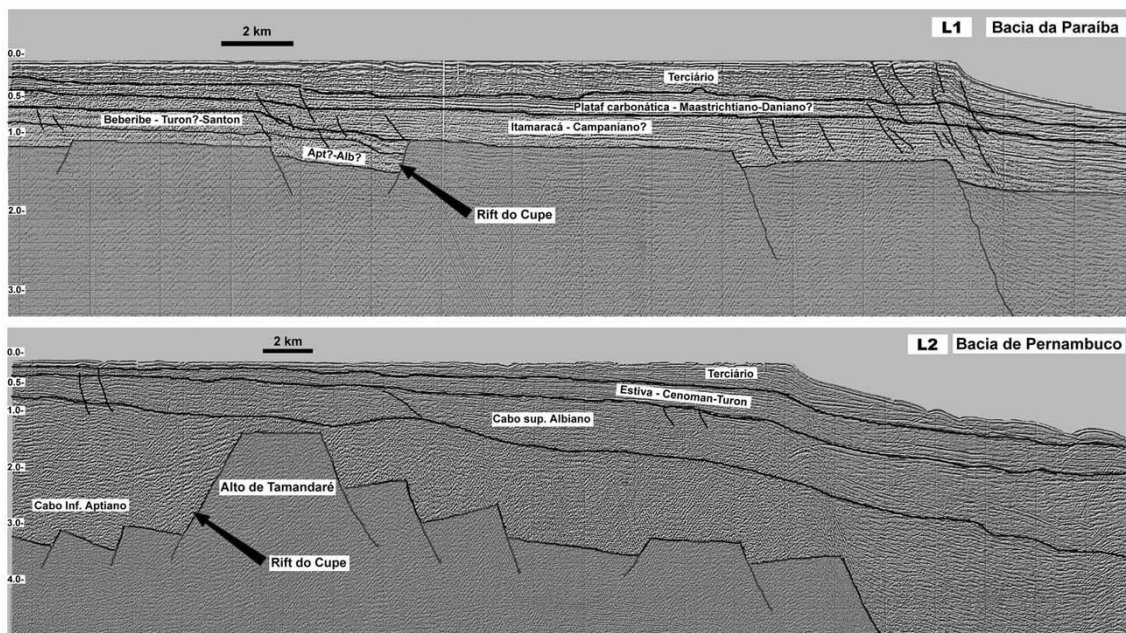
Fonte: Barbosa *et al.* (2006, pag. 289).

Barbosa (2004) conclui que na bacia da Paraíba, ocorreu uma transgressão marinha possivelmente durante o Campaniano, na qual se deu pela região norte através da bacia Potiguar avançando para Recife resultando em uma evolução desigual. O mesmo autor afirma que há uma carência de detalhes na datação entre as bacias Potiguar e Paraíba. A incursão na bacia que se deu a partir do Santoniano?-Campaniano (TST), prolongando-se até Campaniano

- Neo Maastrichtiano (SIM) e atingindo uma estabilidade relativa durante o Maastrichtiano (TSMA) e que tornou a regredir a partir do Maastrichtiano Superior.

A partir do trabalho de Barbosa *et al* (2005), pode-se afirmar que a Bacia da Paraíba sofreu uma evolução tardia por meio de um processo de estriamento crustal, o qual não permitiu a sua evolução para uma bacia do tipo *rift*, tendo como consequência após a abertura do atlântico o preenchimento da margem continental recém formada, provavelmente no Cretáceo Superior. Se analisar a figura 2, perceberá que nas linhas sísmicas das bacias Paraíba e Pernambuco houve uma evolução, onde o *rift* de idade Aptiano Albiano teve sua evolução primeiramente na Bacia de Pernambuco e que se desenvolveu até a parte sul da Bacia da Paraíba, onde foi abortada (Figura 2). Segundo o mesmo autor os depósitos de sedimentos preenchimentos na Bacia da Paraíba por meio do *rift*, poder ser atribuído à formação Beberibe de idade Coniaciano?- Satoniano. Esses sedimentos compactados apontam que os depósitos se deram de forma tardia se comparados com as bacias adjacentes, Barbosa.

Figura 2: Linhas sísmicas da Bacia Paraíba e Bacia de Pernambuco.



Fonte: Barbosa *et All* (2005, pag. 6).

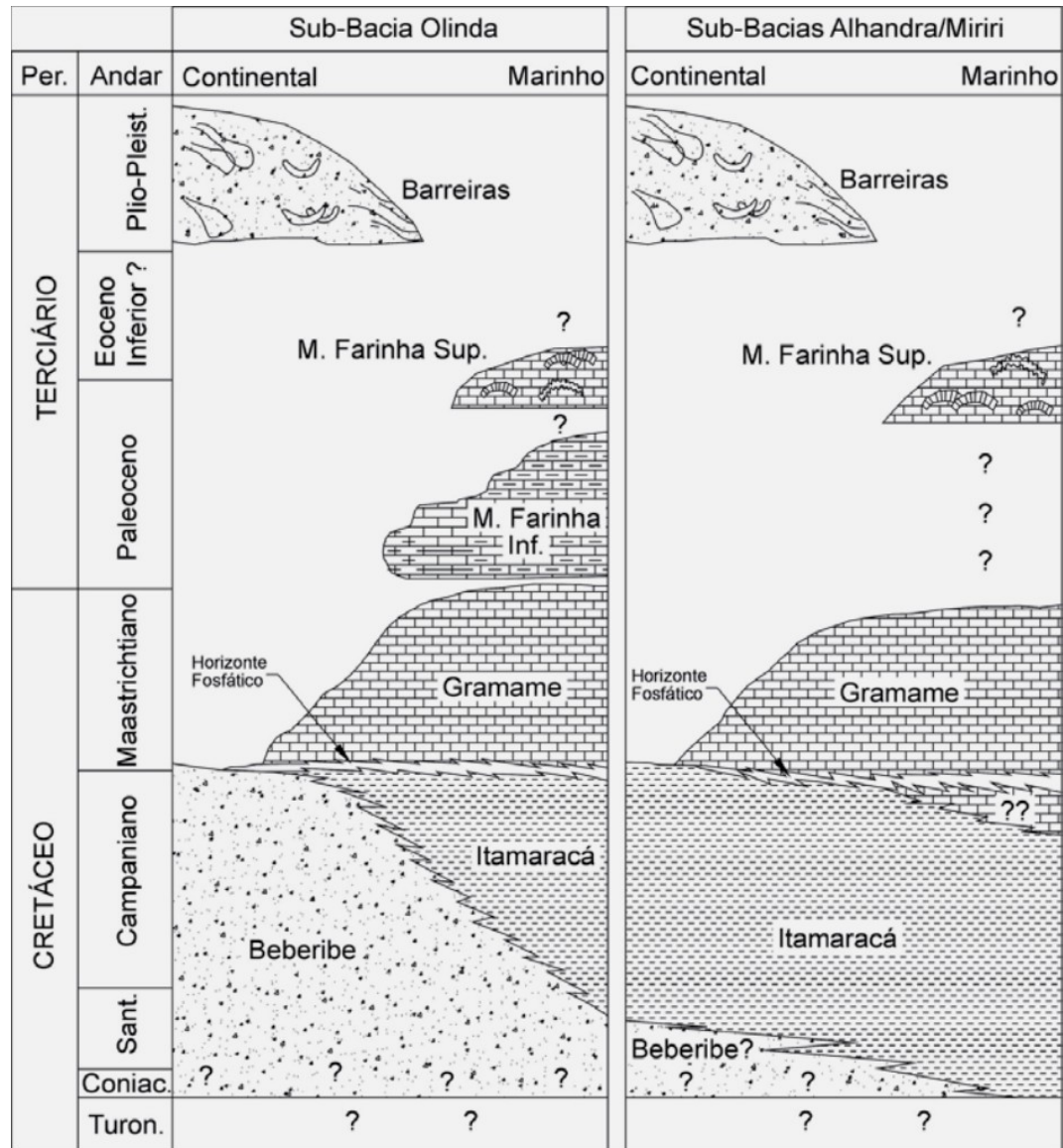
2.2 Descrição das Unidades Estratigráficas

Segundo Barbosa *et al.* (2005) a preservação dos registros na Bacia da Paraíba, relatam que os processos sedimentares foram iniciados tardiamente, se comparados com às

bacias adjacentes. Imediatamente ao sul do Lineamento Pernambuco, na Formação Cabo, o estabelecimento do *rift* ocorreu no Eo-Aptiano, com o desenvolvimento do Gráben de Cupe, o Norte do Lineamento, a ruptura só viria acontecer no Turoniano. O retardamento ocorreu devido, a resistência imposta pelas rochas das províncias da Borborema, cujas direções estruturais eram transversais à direção de propagação da ruptura principal. É de fundamental importância salientar conforme Feijó (1994) que, a Bacia Paraíba, aliada com a Bacia Potiguar são consideradas como último elo estrutural entre a América do Sul e a África.

Sobre as litologias estratigráficas da Bacia Paraíba, ratifica-se que o seu conhecimento são conjunto de mosaicos, sendo construídos de forma paulatina por diversos autores, de modo que, ela é constituída por cinco unidades litológicas (Figura 3): Formação Beberibe (BEURLIN 1967a 1967b); Formação Itamaracá (KEL 1957; BEURLIN 1967a 1967b); Formação Gramame (MAURY 1930; MUNIZ 1993; SANTOS *et al.* 1994); Formação Maria Farinha (MAURY 1930; TINOCO 1971; MUNIZ 1993; SANTOS *et al.* 1994) e Formação Barreiras MABESOONE *et al.* 1998).

Figura 3: Modelado proposto para a Bacia da Paraíba comparando as colunas das sub- bacias Olinda e Miriri/Alhandra na parte emersa da Bacia Paraíba.



Fonte: Barbosa *et al* (2003, pag. 106).

De acordo com Barbosa *et al.* (2007) a Bacia da Paraíba comporta uma sucessão sedimentar iniciando com arenitos oriundos do continente, fluviais e fluvio-lacustres, depositados sobre o embasamento cristalino, essa formação é conhecida como a Formação Beberibe. Seguindo a sequência encontram-se calcários com siliclastos, arenitos calcíferos e margas, cuja sua origem está associada a um evento transgressivo, que recobriu os depósitos continentais basais, a essa formação denomina-se Formação Itamaracá. Em seguida, acima dos estratos de fase transgressiva ocorrem calcários e margas sem influência de siliclasto

conhecida como Formação Gramame. Sobre as três últimas camadas repousa a Formação Maria Farinha, que encontra-se separada dos demais por um evento erosivo regional, nela, ocorrem calcários e margas com gradual incremento na influência de siliclastos devido a um evento regressivo que iniciou no final do Maastrichtiano

3. PERÍODO CRETÁCEO

3.1 Aspectos Gerais do Cretáceo

Segundo Guerra e Guerra (2011, p.168) o Cretáceo é o Período mais recente do Mesozoico. Compreende os terrenos situados entre o Jurássico e os da base da era Cenozóica. A palavra Cretáceo (‘‘creta’’, que no latim, significa giz) foi dado a este período por causa dos depósitos de greda branca (giz) nelas encontradas. Atualmente é conhecido que a greda não aparece em todo o período, restringindo-se apenas ao Cretáceo superior. A designação Cretácea foi originariamente adotada por d’Halloy, em 1882, para os calcários do sul da Inglaterra.

A vida no Cretáceo é caracterizada no domínio da Flora, pelo desenvolvimento das angiospermas – dicotiledôneas e monocotiledôneas (Figura 3). Verifica-se o aparecimento, no Cretáceo inferior, das primeiras plantas com flores Guerra e Guerra (2011, p. 168-169). Segundo o mesmo autor o desenvolvimento das cicadáceas foi tão grande nesse período que a era Mesozóica é também denominada de ‘‘idade das cicadáceas’’.

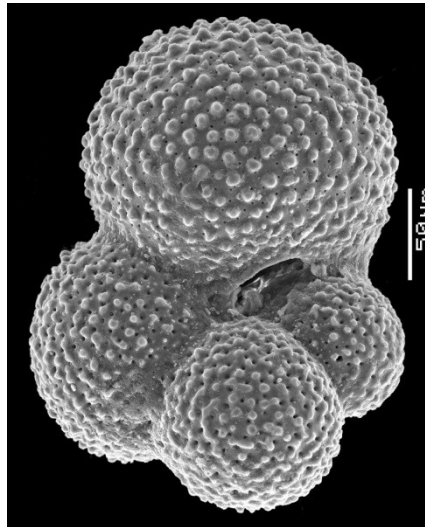
De acordo com a vida no Cretáceo, como assim afirmou Guerra e Guerra, o mesmo pode se observar no que descreve Carvalho (2010, pag. 179) afirmando de forma mais generalizada para todo mesozoico, que:

Através do Triássico, Jurássico e Cretáceo, radiações faunísticas e florísticas resultaram em um grande número de espécies. Os ambientes continentais passaram a ser dominados por novas faunas, compostas por dinossauros, crocodilos, mamíferos pterossauros anfíbios e aves. No cretáceo, as floras terrestres passaram, pela primeira vez, a ser dominadas pelas angiospermas, ao invés das gmnospermas. Nos mares, ocorreu uma grande irradiação de répteis marinhos (ictiossauros, plesiossauros, notossauros, mosassauros), além dos invertebrados, representantes dos bivalvíos rudistas, amonoides, belemnoides, corais, escleratínios, bivalvíos e braquiópodes (CARVALHO 2010, pag. 179).

Houve no domínio da fauna, grande desenvolvimento de foraminíferos (Figura 4), que deram origem à greda branca e esverdeada (por causa da galuconita). Dentre os amonitas cefalópodes existiam os amonitas de tamanho gigantesco e alguns desenrolados como os baculites. Na última instância deste período os peixes modernos, os ‘‘teleósteos (arenques,

bacalhau, salmões), principiaram a substituir as formas mais antigas do tipo com escamas ósseas Guerra e Guerra (2011, p.169).

Figura 4: Os Foraminíferos surgiram no Cambriano e tiveram o seu auge de desenvolvimento no Período Cretáceo, permanecendo até os dias de hoje. Os Foraminíferos foram muito importantes, pois deram origem a greda branca e esverdeada.



Fonte: <http://www.ufrgs.br/>

No tratando dos répteis, Guerra e Guerra (2011, p.169) afirma que tiveram grande desenvolvimento, porém não tão importantes como no Jurássico. Entre os terrestres há “Iguandons”, e entre os marinhos, o “Elasmossauros”. Conforme os autores, é no Cretáceo superior que se dá a extinção dos grandes répteis. O clima do Cretáceo já apresenta zonas climáticas mais definidas que no Jurássico, pois já há certa diferenciação na fauna e na flora (figura 5).

Figura 5: Essa figura ilustra de forma aproximada, como se configurava a fauna e flora do Cretáceo.



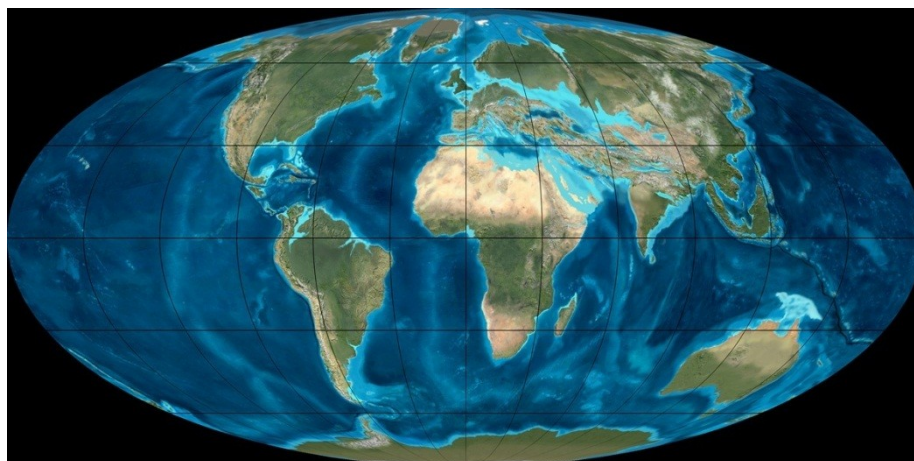
Fonte: www.infoescola.com/geologia/cretaceo

3.2 Paleogeografia no Cretáceo

Nos terrenos paleogeograficos do período cretáceo Guerra e Guerra (2011, p.169) demonstra a existência de dois blocos continentais no hemisfério norte: o continente “Atlântico Norte” reunindo as Terras Algonquianas e Escandinávia, e o Sino-Siberiano, constituído pelo “continente de Angara” que se desenvolveu no sentido meridional.

No hemisfério sul novas fragmentações se verificaram com a separação do continente Afro-Brasileiro, constituindo a América do Sul e África, e a separação de Madagáscar do Continente Indo-Malgaxe (Figura 6). Dos blocos continentais que construíram os continentes emersos do hemisfério norte e os do hemisfério sul, existia o mar de Tethys (GUERRA E GUERRA, 2011, p.169).

Figura 6: Configuração da Terra no Período Cretáceo Superior.



Fonte: www.evolucaoemfoco.com.br

No que se refere aos Andes na América do Sul, o seu levantamento se deu de forma simultânea aos outros processos citados a priori, sendo que as atividades do mesmo se deram com grande atividade vulcânica, quando se deu a grande emersão das cordilheiras dos Andes; Já os terrenos Cretáceos no Brasil, ocorreram em vastos chapadões na parte Central e em pequenos trechos em zonas litorâneas, de maneira que perfazem um total de 686.115km², correspondendo 8,6% do território brasileiro (GUERRA E GUERRA, 2011, p. 169).

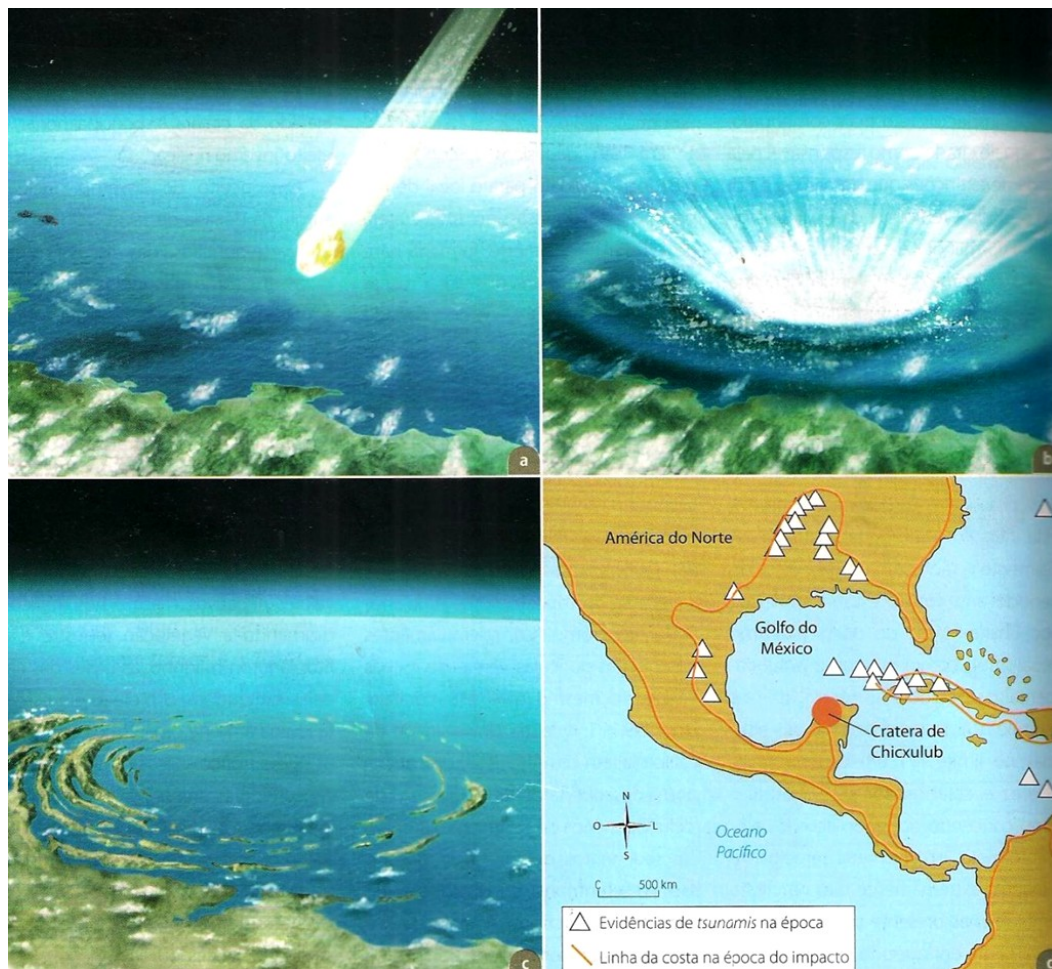
3.3 Fim do Cretáceo e a Grande Extinção

Em alguns momentos da história da Terra, entretanto, surgiram situações em que uma significativa porção de tudo que era vivo no planeta foi totalmente eliminada. Conforme referido o contexto, estes episódios são chamados de "Extinções em Massa". Desses eventos o que se sobressai como o de maior escala é entre a passagem Permiano-Triássico (Carvalho, 2010, p.165). Ainda no pensamento do mesmo autor o evento de maior escala foi o da passagem Permiano-Triássico, mas é o segundo evento o mais famoso de todos, onde finda-se o período dos Grandes répteis, ver figura 7.

O período Cretáceo da Era Mesozoico, ocorrido há 65 milhões de anos, encerrou-se com a queda de um meteorito no Golfo do México, esse evento ficou conhecido como "evento K/T" (hoje conhecido como Passagem Cretáceo-Paleógeno). Teixeira *et al* (2009, p. 513-514). De acordo com o mesmo autor, a ideia de que um suposto meteorito teria caído

na terra foi concebida pela equipe de Luiz Alvarez, o qual ganhou o premio Nobel. Em 1980 Alvarez chamou a atenção da comunidade científica para esta ideia, que até então não passava de mais uma das simples hipóteses catastróficas. Ainda no pensamento do mesmo autor (2009, p. 514) é visto que a teoria proposta por Alvarez era vista no mundo da geologia como “politicamente incorreta” desde os tempos de Charles Lyell.

Figura 7: Ilustração do momento de impacto do meteorito no povoado de Chicxulub, na Península de Yucatán (no Golfo do México).



Fonte: Teixeira *et al* (2009, pag. 514).

De acordo com Teixeira (2009), para comprovar que os meteoritos foram à prova de que encerrou o Período Cretáceo levando a extinção dos grandes répteis, Alvarez e colaboradores ao analisar rochas argilosas situadas exatamente no Cretáceo-Paleógeno em Umbria Itália, constataram uma concentração anômala no elemento Irídio (Ir), um metal semelhante à platina, extremamente raro na crosta terrestre. É exacerbatante ressaltar que encontrar o Irídio entre as argilas na passagem Cretáceo/Paleógeno, resultaram em fortes

evidências para a comprovação da suposta teoria, pois o referido material é raro em superfície terrestre, sendo somente encontrado no interior da Terra, mais precisamente no manto. Segundo Teixeira (2009, p.514) Alvarez e sua equipe propuseram que:

As argilas enriquecidas em Ir que marcam o limite K/T representaria a poeira lançada na atmosfera pelo impacto de um bólido de dimensões quilométricas e que este impacto deveria ter sido a causa principal da extinção dos dinossauros, répteis voadores, quase todos os grandes répteis marinhos, diversos grupos de invertebrados marinhos e até microorganismos e plantas no fim do Cretáceo [...]. No fervor que sucedeu a publicação da hipótese do grupo de Alvarez, muitas ocorrências novas da "anomalia de Ir" bem como cristais de quartzo com sinais de faturamento por forte impacto foram encontradas na mesma posição estratigráfica em outras regiões do mundo, inclusive no Nordeste do Brasil, na Bacia costeira Pernambuco Paraíba (TEIXEIRA 2009, pag. 514)

Segundo Teixeira (2009, p. 561) o impacto do bólido assassino teria ocasionado o que Kye descreve como "um dos piores dias da Terra", de modo que:

Calcula-se 10 km o diâmetro desse asteroide. Sua queda teria provocado imediatamente, ondas de choque e calor (até 500°C), terremotos de magnitudes até na escala Richter e a vaporização de rochas, além de outras consequências igualmente aterrorizantes, sentida ao longo de meses e até anos: tsunamis com ondas de até 1000 m de altura chuvas ácidas derivadas de dióxido de carbono e do óxidos de enxofre oriundos da vaporização de calcários e sulfatos evaporíticos (como gipsita) no impacto, incêndios em escala continental, queda do material ejetado da cratera e, principalmente o "inverno nuclear" (TEIXEIRA 2009, p. 561).

No que se refere aos grupos de espécies existentes Carvalho afirma que:

No Limite K-T, 85% de todas as espécies desapareceram. Apesar de os dinossauros serem as vítimas mais conhecidas, vários outros grupos de origem marinhos e terrestre foram afetados. Entre eles, os pterossauros, os belemnoides, amonoides, os grandes répteis marinhos e os bivalvíos rudistas, trigoniídeos e inoceramídeos, além de muitas espécies de plantas foram, totalmente extintas. Outros organismos foram severamente afetados, mas não se extinguiram, como foraminíferos planctônicos, nanoplâncton calcáreo, diatomáceas, dinoflagelados, braquiópodes, moluscos, equinodermos e peixes. Curiosamente a maioria das aves (logo nem todos os dinossauros foram afetados), além dos mamíferos, tartarugas, crocodilos, lagartos, cobras e anfíbios foram poucos atingidos (CARVALHO, pag. 179).

De acordo com as afirmações de Teixeira posta por alvaez,, sobre a dispersão do elemento irídio que se preservou por varias localidades em faces litológicas, ainda não foram evidenciadas do elemento na sub bacia Alhandra.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

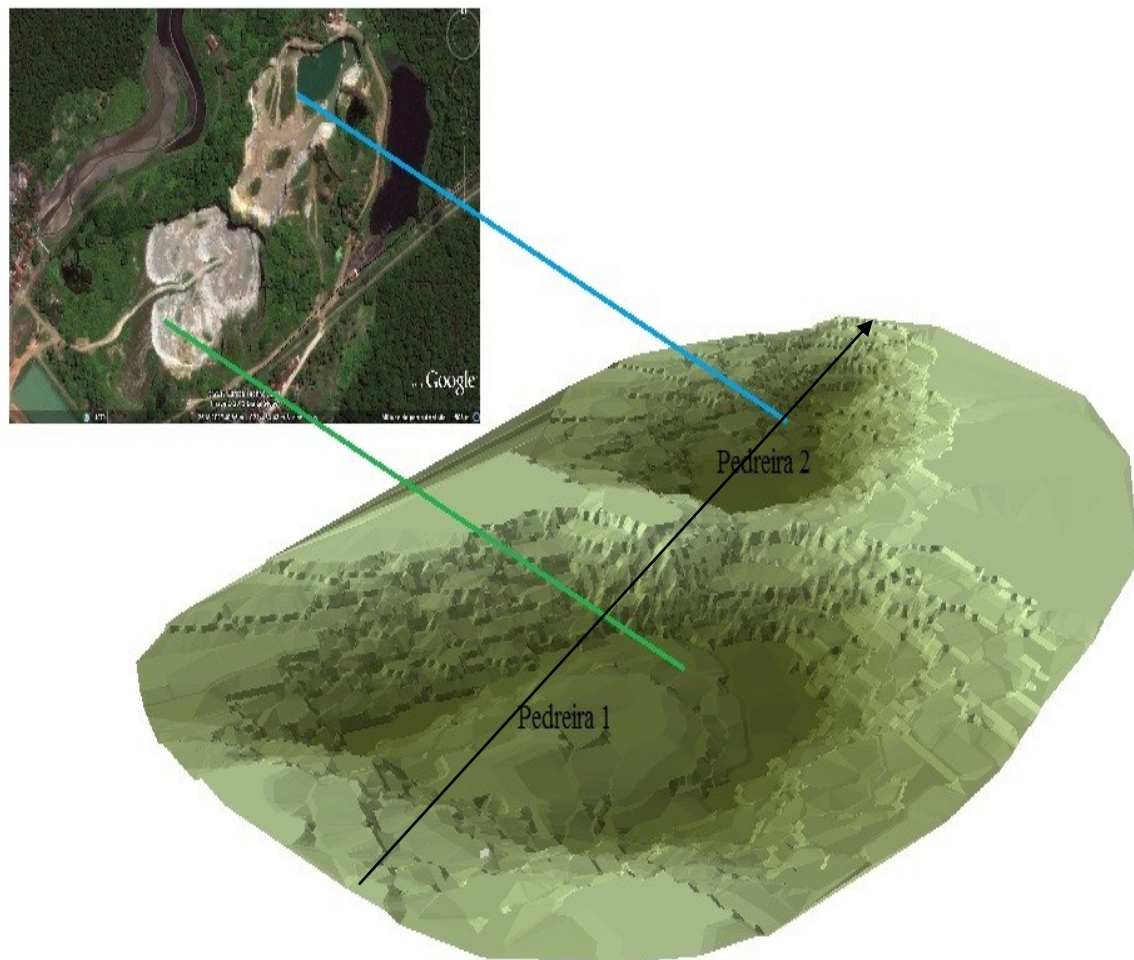
4.1 - Caracterização do Modelado das Pedreiras do Roger 1 e 2

Esta pesquisa teve início a partir de várias visitas técnicas, com o intuito de reconhecimento da área para o mapeamento. Para uma melhor compreensão da área foi elaborado modelos em 3d, perfis topográficos e modelos digitais.

A princípio pretendia-se estudar a pedreira do Conde d'Eu localizada no mesmo bairro, mas devido ao encerramento da mineração para ceder vez ao processo de tratamento de esgoto pela CAGEPA, tornou-se inviável os estudos dos estratos de calcário na pedreira antes visível. Diante deste percalço, se procurou estudar as pedreiras que se encontravam as margens da mesma, a uma distancia aproximada de 10 metros.

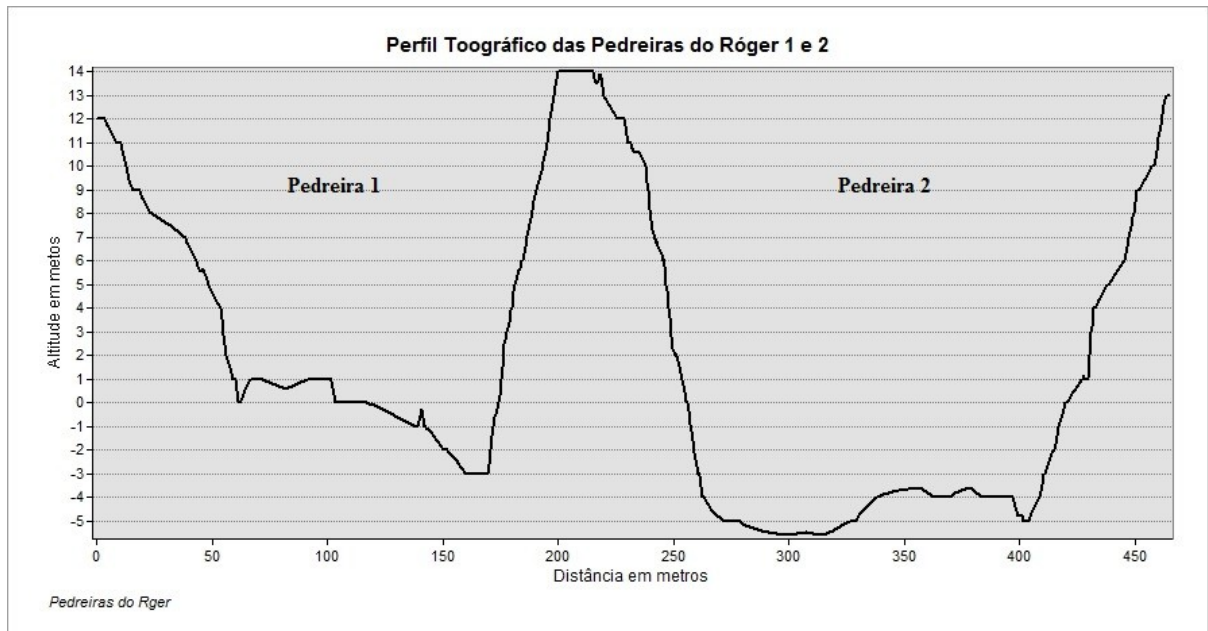
Na figura 8 encontram-se o modelado das pedreiras 1 e 2, onde as imagens de satélite capturada do Google Earth acima do modelado, representa a localização, enquanto que as linhas azul e verde indicam no modelado as pedreiras 1 e 2 respectivamente. Ainda no mesmo modelado da figura 8, a alinha preta que aparece cortando as pedreiras (pedreira 1 e 2) evidencia o perfil topográfico. O fato das pedreiras encontrarem-se numeradas e não nomeadas, deve-se ao fato de que, em nenhum documento foram encontradas registros sobre as Pedreiras, a não ser a Pedreira do Conde d'Eu tratada por Santos (1928). Nem mesmo os donos das Pedreiras (Tio e sobrinho) souberam informar, provavelmente com receio de denúncias ou ignorância.

Figura 8: Modelados das Pedreiras do Roger 1 e 2 com imagem de satélite indicando a posição das mesmas.



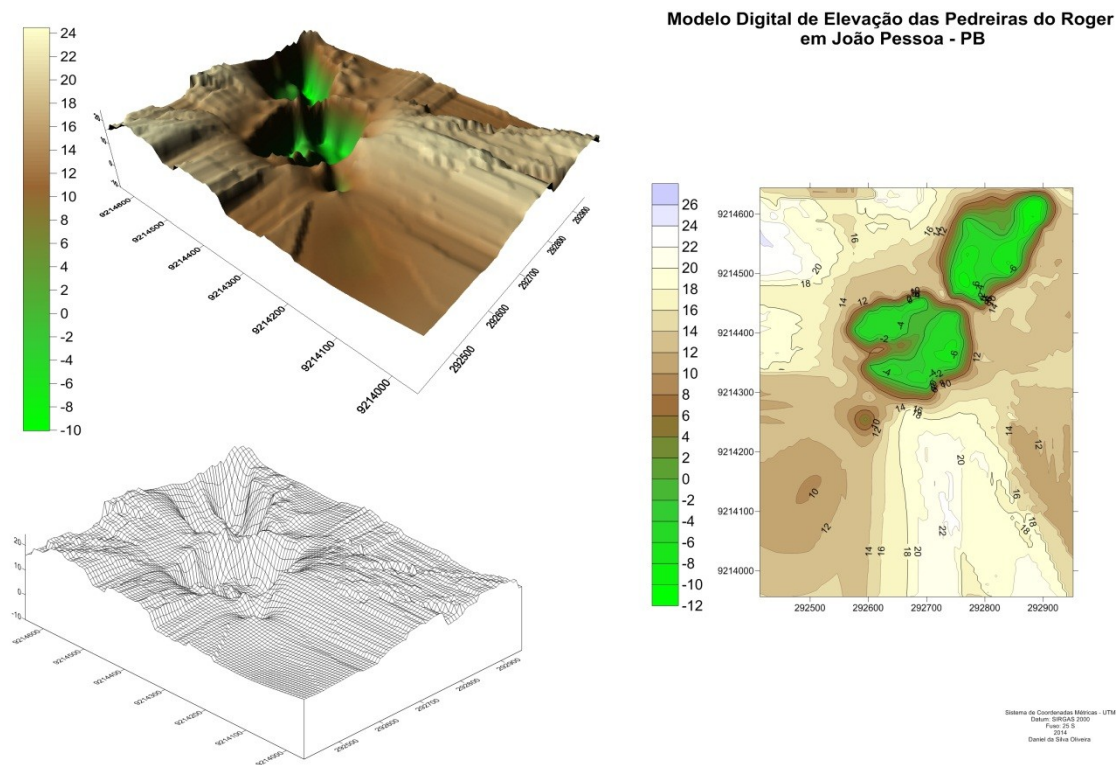
Na figura 9 encontra-se o perfil topográfico das pedreiras do Roger, onde enfatizam a profundidade negativa de -6 m e uma altitude máxima de 14 m.

Figura 9: Perfil Topográfico das Pedreiras do Roger 1 e 2 ampliada.



Para melhorar a visualização da área de estudo e entender melhor os depósitos de calcário foram elaborado um modelado digital de elevação das pedreiras do Roger com as curvas de níveis, latitudes e longitude (Figura: 10).

Figura 10: Modelado Digital das Pedreiras do Roger com elevações e curvas de níveis, latitude e longitude.



4.2 Seção Estratigráfica das Pedreiras do Roger 1 e 2

As pedreiras do Roger, onde se encontram as ocorrências de calcário, são frequentes não só nesta área como também por toda extensão da Bacia da Paraíba, e que pode ser verificado no que afirma Barbosa (2004):

A constatação de que os calcários de idade Maastrichtiana corresponde a uma plataforma carbonática estreita e lateralmente extensa ficam evidentes a partir dos afloramentos verificados em toda a extensão da bacia. Uma plataforma carbonática extensa, que chega a mais de 130 km (sornando-se as três sub-bacias Olinda, Alhandra e Miriri) e estreita, chegando a alguns trechos de maior largura a 30 ou 55 km (dados da área emersa) (BARBOSA 2004, p.101).

Segundo Barbosa (2004, p.103) a Formação Gramame dominou toda a bacia, enquanto que a Formação Maria Farinha restrita a uma faixa onde hoje se encontra o atual litoral.

Barbosa (2004, p.107) ainda afirma que a deposição dos calcários se deram em águas não muito profundas. Diante deste contexto é notório ressaltar-se que as pedreiras do Roger encontram-se inseridas na sub-bacia Alhandra.

Segundo Barbosa (2004, p.103-107) a Formação Gramame dominou toda a bacia, enquanto que a Formação Maria Farinha restrita a uma faixa onde hoje se encontra o atual litoral, ainda afirmou que a deposição dos calcários se deu em águas não muito profundas.

No que se refere ao calcário das pedreiras do Roger concorda-se no que afirma Barbosa (2004) comenta:

As características gerais dos afloramentos da Formação Gramame observados principalmente nas exposições das mineradoras ao longo da faixa costeira da bacia são a horizontalidade do acamamento e a continuidade lateral das camadas, que podem ser seguidas por dezenas de metros em algumas bancadas das exposições [...] (BARBOSA 2004, pag.106).

Por conseguinte, ao analisar as camadas estratigráficas das pedreiras do Roger, foram identificadas 28 camadas de calcário na Pedreira 1, e 31 camadas na Pedreira 2, incluindo a Formação Barreiras em ambas as pedreiras.

Com a exceção da primeira camada (AE) de 1, 95 cm, a Formação Barreiras, foram mensuradas e analisadas as camadas carbonáticas das pedreiras 1 e 2 da seguinte forma:

4.2.1 Pedreira 1

Nas camadas AD, AC, AB, AA Z e Y de 4,28 cm (Figura 11 e Foto 1), foram identificados fortes índices de bioturbação, principalmente nas camadas AB e AC. O limite entre suas camadas revelar-se de forma bastante nítida, de modo que entre as camadas são visíveis à presença de margas. É de fundamental importância ressaltar que as 6 primeiras camadas carbonáticas manifestavam-se com uma coloração amarelada, diferenciando das demais, devido aos processos intempéricos gerado pela percolação da água. Na figura 11 segue o perfil litoestratigráfico criado a partir das sequências carbonáticas.

Figura 11: Perfil Litoestratigráfico da Pedreira 1.

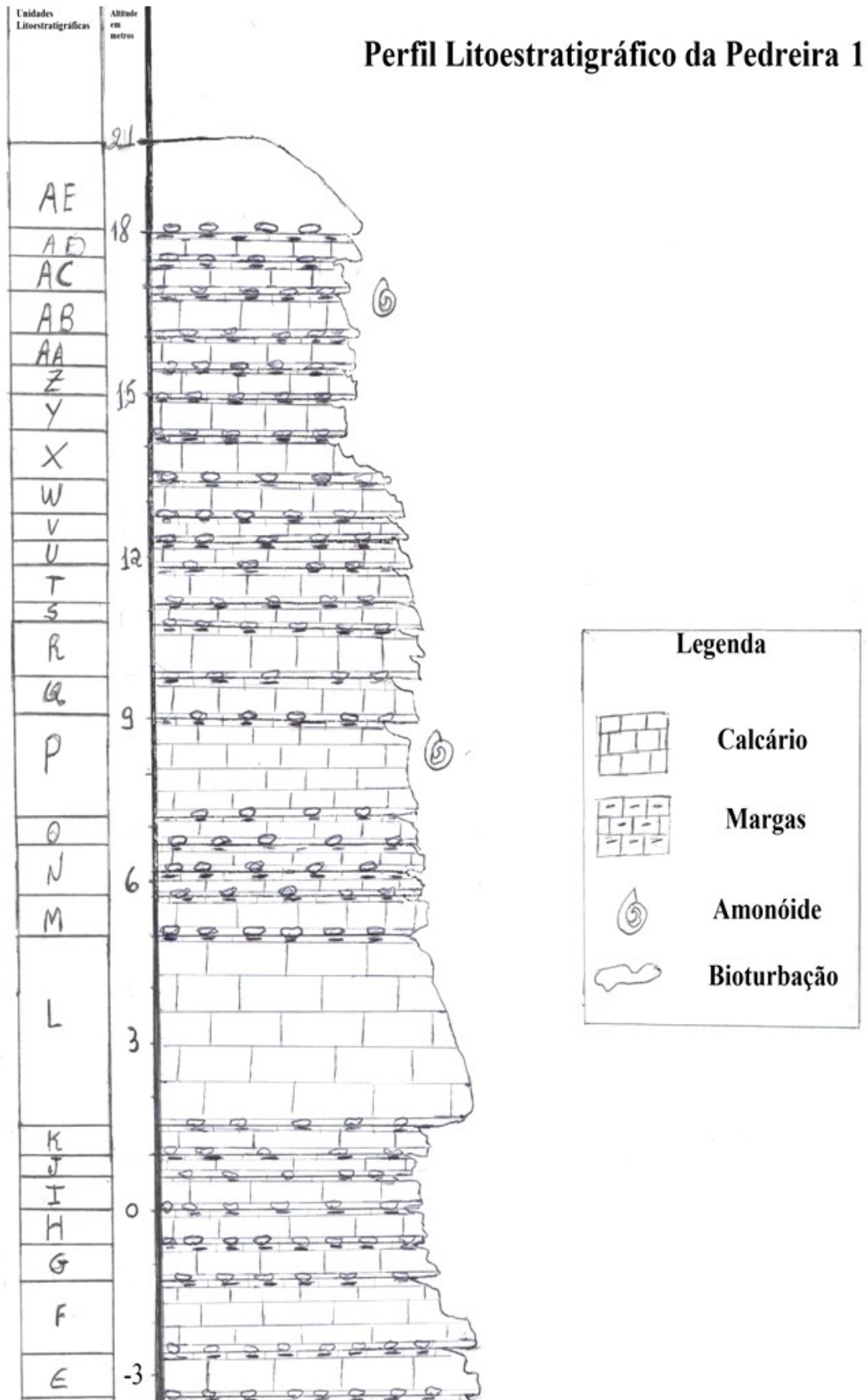


Foto 1: Vista geral da Pedreira 1. Nesta localidade é possível acompanhar várias camadas horizontais por toda pedreira. Nas partes superiores encontram-se estratos de cor amarelada devido ao intemperismo.



Nas camadas X, W, V, U, T, S, R, Q, P, O, N e M de 11,3 cm foram identificados fortes índice de bioturbação, principalmente nas camadas N e O (Figura 11 e Foto 2). Assim como nas camadas sobrepostas, também nessas respectivas camadas, o limite entre ambas se revelava de forma nítida, com a presença de margas na divisão das camadas.

Foto 2: Presença de Bi turbações nas camadas O e N, acima da linha laranja.



Nas camadas L, K, J, I, H, G, F e E de 9,18 cm (Figura 11) os índices de bioturbação pouco foram percebidos, principalmente na camada L. Cabe nesse ponto destacar que, a camada L possui a maior camada de todos os depósitos (de E a AE). No tratando das bioturbações identificadas, enfoca-se para as camadas de E a K. Nas camadas de E a AE, foram verificado alguns fósseis não intrínsecos nas fáceis estratigráficas, mas sim extraídas pelos operários das pedreiras, que segundo os mesmos era comum encontrar fósseis de amonóides (Foto3) em várias partes da pedreira, e um pouco raro a ocorrência dos *Thalassinoides* isp. (responsáveis pelas bioturbações). Nas fáceis também foram encontrado vários coprólitos de varias formas nas fáceis (Foto 4 e 5).

Foto 3: Imagem de um Amonóide oriundo da Pedreira 1 encontrado pelos operários nas fáceis.

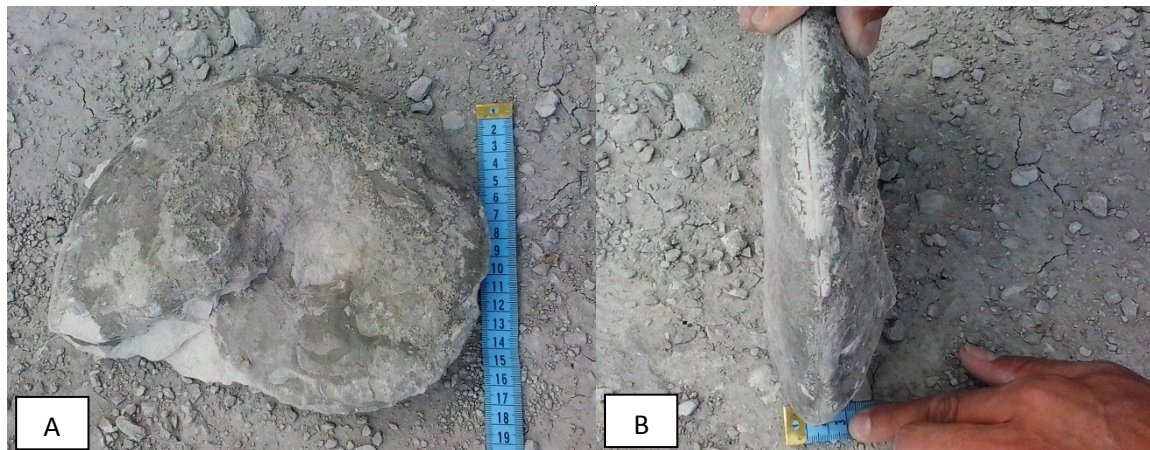


Foto 4: Imagem de um Coprólito em uma das camadas.



Foto 5: Uma outra imagem de Coprólito de forma curvada e alongada.



4.2.2. Pedreira 2

Da mesma forma que na Pedreira 1 foram identificado nas camadas AD, AC, AB, AA, Z e Y da Pedreira 2 de 4,28 cm (Figura 12 e Foto 6), fortes índices de bioturbação, principalmente nas camadas AB e AC. O limite entre suas camadas revelar-se de forma bastante nítida, de modo que entre as camadas é visível a presença de margas. É de fundamental importância ressaltar que as seis primeiras camadas de calcário se manifestam com uma coloração amarelada diferenciando das demais, resultante dos processos intempéricos. Na figura 12 segue o perfil litoestratigráfico criado a partir das sequências carbonáticas.

Figura 12: Perfil Litoestratigráfico da Pedreira 2.

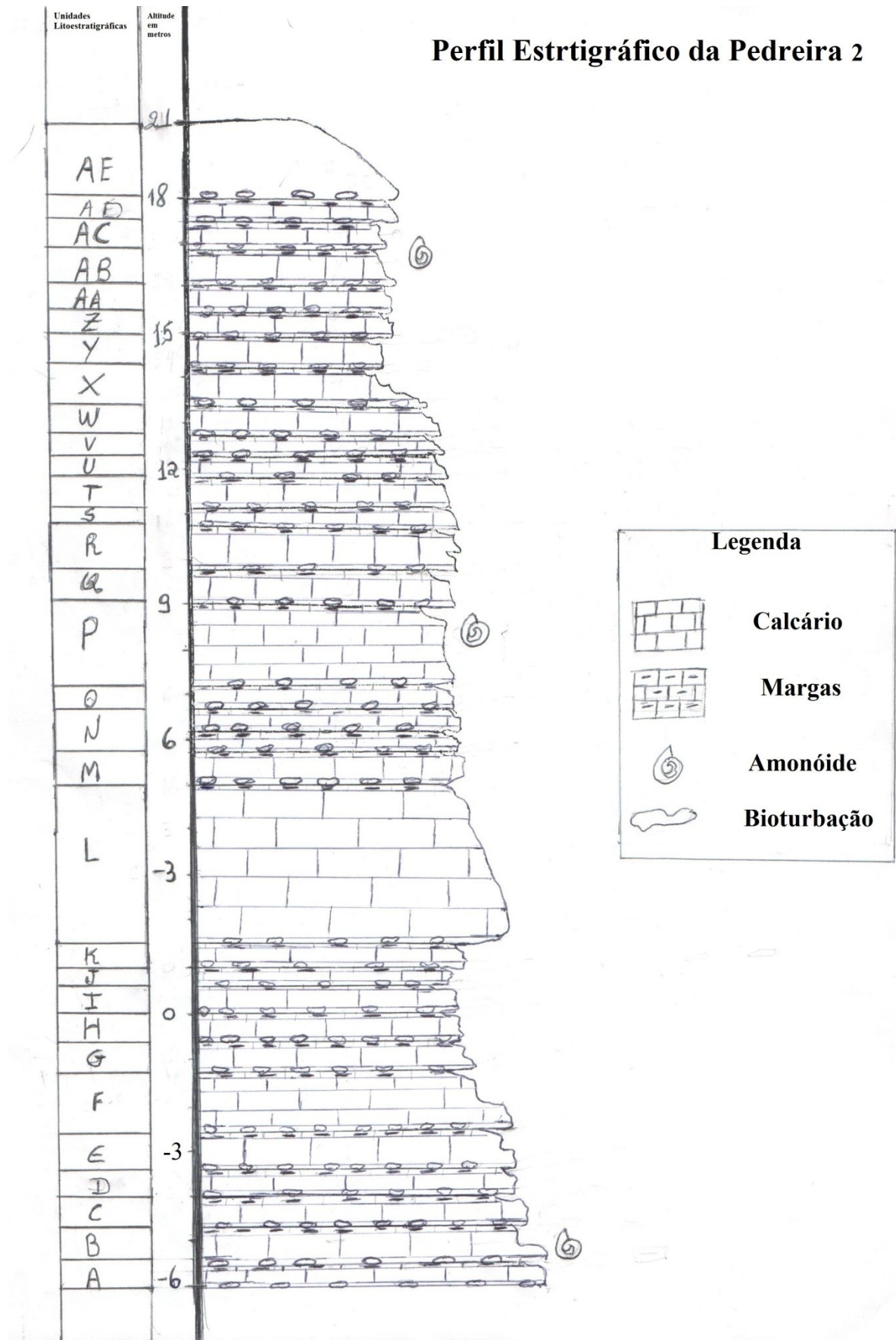


Foto 6: Vista geral da Pedreira 2. Nesta localidade é possível acompanhar várias camadas horizontais por toda pedreira.



Nas camadas X, W, V, U, T, S, R, Q, P, O, N e M de 11,3 cm (Figura 12) foram identificados fortes índices de bioturbações, principalmente nas camadas N e O (Foto 7). Assim como nas camadas sobrepostas, também nessas respectivas camadas o limite entre ambas se revelava de forma nítida, de maneira tal que também era perceptível à presença de margas na divisão das camadas.

Foto 7: Presença de Bioturbações nas camadas O e N, acima da linha vermelha.



Nas camadas L, K, J, I, H, G, F e E, D, C, B e A de 9,18 cm (Figura 12) os índices de bioturbação poucos foram encontrados, principalmente na camada L. Cabe nesse ponto destacar que a camada L possui a maior camada de todos os depósitos (de A à AE). No tratando das bioturbações identificadas, enfoca-se para as camadas de E a K. Nas camadas de E a AE foram verificado alguns fósseis intrínsecos nas camadas bem como os coprólitos (Foto 8). Segundo os funcionários da Pedreira 2, assim como na Pedreira 1 era comum a ocorrência de Amonóides e raro a presença de *Thalassinoides* isp.. Segundo os funcionários no momento da pesquisa, não tinham como exibir amostras de Amonóides, porque tinham vendido como de costume, de modo que não foi possível fotografar os amonóides e *Thalassinoides* isp.

Foto 8: Imagem de um Cropólito piritizado em uma das camadas na Pedreira 2.



4.2.3 Interpretação

Foi verificado que a Pedreira 1 possui a mesma sequência carbonática da Pedreira 2, de maneira tal, que as camadas da Pedreira 1, correspondem às mesmas camadas da Pedreira 2, exceto nas camadas E, D, C, B e A, devido a Pedreira 1 possuir uma profundidade inferior (-3m) a da pedreira 2 (-6 m). A explicação de um ser mais profunda do que a outra, se dá pelo fato da segunda ser mais antiga do que a primeira, estando há mais tempo em exploração, pelos operários da pedreira. O fato dessa ocorrência já era previsto na referente pesquisa devido à proximidade entre ambas, estando somente distante uma da outra uns 10m.

Levando em consideração que as pedreiras possuem a mesma sequência carbonática, buscou-se interpreta-las entendendo como uma única Pedreira, pois segundo Barbosa (2004, p.103) a Formação Gramame dominou toda a bacia [...], e com isso entende-se que o processo de deposição carbonático na Bacia da Paraíba se deu no mesmo período de forma simultânea.

Partindo da afirmação de Schlicht *et al* (1999) que verificou que o tempo envolvido de sedimentação dos ciclos de "shallowing upward" calcário-marga da Mina CIPASA em Caaporã – PB, está associado ao ciclos 100 e 400 k.a de "Milankovich", é de fundamental importância afirmar de acordo com Tucker & Wright (1990, apud BARBOSA 2004) que, é

comum em todos os afloramentos da Formação Gramame e da Formação Maria Farinha Inferior, a alternância de camadas calcárias mais puras e camadas margosas. Segundo Barbosa (2004, p.110) estes ciclos são geralmente impostos por variações menores do nível eustático. Por sua vez, podem estar associado à variação do clima e aos movimentos de excentricidade precessão de Milankovich. Ou seja, a presença de margas em várias localidades alternando com os calcários das camadas na Pedreira 1 de E – AE e na Pedreira 2 de A – AE, apontam para um raseamento do nível do mar.

Nos pequenos níveis margosos não foram encontrados a presença de siliclastos, ocorrendo apenas grãos de quartzos, onde a predominância foi a de material argiloso, (exceto para as camadas limítrofes próxima da Formação Barreira). O mesmo pode ser visto no que afirma Barbosa (2004, p.110), de maneira que ele interpreta esse período como “tempo ruim”.

Segundo Barbosa (2004):

[...] esses intervalos margosos responderiam pelos ciclos onde a lâmina d'água sofreria uma redução da profundidade, permitindo assim a chegada de matéria terrígeno, no caso da argila, para dentro da área onde antes predominava a deposição de carbonato, é preciso supor que, nos períodos nos quais a lâmina d'água sofria redução, o nível de base de ondas era rebaixado, causando maior ação de eventos de tempestades sobre a área que, antes era estava menos propensa a esses eventos, e menos propensa à preservação dos tubos e conchas formando horizontes de *Shell beds* e tempestitos (2004, pag. 110).

Tendo em vista a afirmação de Barbosa (2004. p.110), ainda é ressaltado que não há registro de fluxo de material clástico (areia e silte) em nenhum dos afloramentos da Formação Gramame, depositada durante o tratado de mar alto (2004, p. 111), de modo que ele caracteriza o clima como um clima quente e seco, correspondendo ao clima atual da região Nordeste do Brasil.

Mas nessa pesquisa, cabe aqui interpretar como um clima quente e úmido para as bordas do continente, e quente e semiárido à árido a medida que vai se distanciando do litoral. Isso porque em um mar de clima quente, as águas marinhas tende a ascender devido à temperatura elevada permitindo a suspensão da umidade na atmosfera na porção continental litorânea.

Quanto às bioturbações (Foto: 2 e 8) ocorridas por toda as pedreiras nos limites carbonáticas onde encontra-se forte a presença das margas, aponta-se que são bastante perceptível a sua presença, notadamente nas camadas N, O, AC e AD da Pedreira 1 e N, O,

AC e AD da Pedreira 2 com uma exceção das cama L da Pedreira 1 e L da Pedreira 2. Segundo Barbosa (2004, p. 128), as Bioturbações são geradas pelos *Planolites/Paleophicus* e principalmente por *Thalassinoides*. Segundo o mesmo autor, os icnogêneros na Formação Gramame é Baixa. Barbosa (2004, p. 128) ,ressalta que as ondulações estriadas entre os limites das camadas de calcário apontam para um nítido retrabalhamento por ondas e correntes e alta energia aliada pelas bioturbações do icnogênero *Thalassinoides*. Nas duas pedreiras não foram encontrados exemplares de *Thalassinoides*.

Tratando dos Coprólitos (Foto 4 e 5), foram encontrados de forma mesclados nas Pedreiras 1 e 2, aflorados nas fácies carbonáticas de formas alongadas e/ou curvadas e esféricas, podendo-se afirmar conforme Barbosa (2004, p. 114), que poderia ter sido fezes de peixe piritizados (Foto 8) ou outro tipo de vertebrado.

Já os monóides (Foto 3), não foram possíveis encontra-los nas fácies estratigráficas, a não ser com os operários, que comumente extraem e guardam para a comercialização. Segundo os mesmos, as ocorrências dos amonóides se dão por toda a pedreira principalmente nas regiões inferiores, centrais, e superiores. Segundo Sobra (2007) os amonóides da Bacia da Paraíba apresentam idades que vão do Campaniano ao Maastrichtiano. Devido ao cocontrole estratigráfico, torna-se difícil o estabelecimento de zoneamento bioestratigráfico a partir da fauna estudada.

Segundo Sobral (2011, p. 66) a paleofauna dos amonóides indica um ambiente nerítico profundo de plataforma continental entre 100 e 200m [...]. Ainda no mesmo pensamento de Sobral afirma que, no Campaniano superior os amonóides apresentaram alta diversidade com frequência entre comum e raro; para o Maastrichtiano apresentou baixa diversidade de frequência variada entre constante e raro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações obtidas por meio dos aspectos estratigráficos, litológicos e paleontológicos dos afloramentos de calcário no bairro do Roger, concluiu-se que, durante o processo de deposição da Formação Gramame nesse compartimento da bacia, o ambiente correspondia a uma Plataforma Marinha Média, em forma de rampa suave (ambiente com coluna de água longe da praia, fundo de mar). Por meio da presença dos amonóides, *Thalassinoides* e cropólitos (Provavelmente de peixe), como também as precipitações de carbonato de cálcio, pode-se inferir ainda que o paleoclima desse ambiente era tropical, sendo quente úmido, semelhante ao clima correspondente hoje ao do Nordeste Brasileiro. É certo que esse trabalho carece de um detalhamento maior, tendo em vista que os objetivos foram restritivos a uma pequena área e que poucas evidências foram levantadas se comparada ao conhecimento intrínseco que ainda devem ser estudado.

A presença dessas antigas camadas marinhas no bairro do Roger corresponde a uma inequívoca prova da presença do oceano na parte oeste da cidade de João Pessoa no final do Cretáceo. Ademais, por se tratarem de camadas de deposição plataformais, elas evidenciam que esse mar era relativamente profundo no local, avançando ainda alguns quilômetros para oeste da cidade. Somente a regressão que teve início do Paleógeno fez com que o mar recuasse para posição próxima da atual. Movimentos tectônicos soergueram os pacotes carbonáticos, deixando-os na topografia em que se encontram, como demonstrado pela camada mais profunda aflorante nas pedreiras, apenas 6m abaixo do nível do mar atual.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. A. C. **Macrobioerosão na Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior – Paleógeno), Nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 213p. 2000.
- BARBOSA, J. A., Sousa, E. M., Lima Filho, M. F., Neumann, V. H. **Estratigrafia da Bacia Paraíba: Uma Reconsideração**. Estudos Geológicos. Recife, 2003. v. 13, pp. 89-108,
- BARBOSA, J. A. **Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano - Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil**. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mario Ferreira de Lima Filho). Recife 2004. 230 p.
- BARBOSA, J. A., Lima Filho, M. F. **Aspectos Estruturais da Faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços**. Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 13, p. 89-108, 2004.
- BARBOSA, J. A.; Lima Filho, M. F. **Os Domínios da Bacia da Paraíba**. In: Congresso Brasileiro de P&G em Petróleo e Gás. Boletim Trabalhos. 2005, 6 p.
- BARBOSA, J. A., Lima Filho, M. F. **Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife - Natal: observações em dados de poços**. 20 p. B. Geoc. Petrobrás Rio de Janeiro, v. 14, n.2. 2006, 287 – 306 p.
- BARBOSA, J. A. **A deposição Carbonática na Faixa Costeira Recife-Natal: Aspectos Estratigráficos, Geoquímicos e Paleontológicos**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. (Orientador Prof. Dr. Mario Ferreira de Lima Filho). Recife PE 2007. 219 p.
- BEURLIN K. **A Estratigrafia da Faixa Sedimentar Costeira Recife-João Pessoa**. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. 1967a. 16 (1): 43-53.
- BEURLIN K. **Paleontologia da Faixa Sedimentar Costeira Recife-João Pessoa**. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. 1967b. 16 (1): 73-79.
- CARVALHO, I. S. **Paleontologia Conceitos e Métodos**. Volume 1. – 3ª Ed. – Rio de Janeiro 2010. 756 p.
- CARVALHO, M. G. R. F. **Estado da Paraíba: Classificação Geomorfológica**. João Pessoa-PB, Universidade Federal da Paraíba/Funape, 1982. 67 p.
- EICHER, D. L. **Tempo Geológico**. Traduzido por José Eduardo Siqueira Farjallat. Editora EGARD BLÜCHER LTDA. São Paulo 1969. 173 p.
- FEIJÓ, F. P. **Bacia Pernambuco –Paraíba**. Boletim de Geociências, 19948 (1): 143-1489.

FREITAS, G. M. A. **Caracterização geomorfológica e morfométrica da folha alhandra (1:25.000)**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – PPGG/CCEN da Universidade Federal da Paraíba. (Orientador Prof. Dr. Max Furrier). João Pessoa 2012. 129 p.

GUERRA, A. J. T.; GUERRA, A. T. **Novo Dicionário Geológico e Geomorfológico**. 9ª edição Rio de Janeiro 2011. 648 p.

HASUI, Y. **Geologia do Brasil**. 1ª Ed.

KEGEL, W. **Novo Membro Fossilífero Formação Itamaracá (Cretáceo Superior) de Pernambuco**. Rio de Janeiro. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 29 (3): 373-375.

MABESOONE, Jannes Markus. **Histórico**. Estudos Geológicos da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE do DGEO SÉRIE B: Estudos e Pesquisas. V. 10. Recife 1991a. 5 p.

MABESOONE, Jannes Markus. **Notas Explicativas dos Mapas**. Estudos Geológicos da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE do DGEO SÉRIE B: Estudos e Pesquisas. V. 10. Recife 1991b. 11p.

MABESOONE, J. M., Alheios M. M. **Origem da Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba**. Revista Brasileira de Geociências, Volume 18. Recife 1988, 7 p.

MAURY, C. J. **O Cretáceo Da Parahyba Do Norte**. Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro, 1930. 305 p.

MOREIRA, R. **O pensamento geográfico brasileiro**, vol. 1: as matrizes clássicas originais. São Paulo, 2008. 118 – 135 p.

MUNIZ, G. C. B. **Novos Moluscos da Formação Gramame, Cretáceo superior dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Departamento de Geologia – UFPB. Publicação Especial Nº 1: 1993. 202p.

RAND, H. M.; Mabesoone, J. M. 1982. **Northeastern Brazil and the final separation of South America and Africa**. *Paleogeography., Paleoclimatology., Paleoecology.*, **38**: 163-183.

SÁ, L. T. L. **Levantamento geológico-geomorfológico da Bacia Pernambuco-Paraíba, no trecho compreendido entre Recife – PE João Pessoa – PB**. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Orientado Professor: Jannes Markus Mabesoone). Recife, 1998. 127 p.

SANTOS, J. D. **Os Calcários do estuário do Rio Parahyba e seus arredores**. PARAHYBA DO NORTE, 1928. 30 p.

SANTOS, M. E. M.; Cassab. R. T.; Fernandes, A. C. S. Campos, D. A.; Brito, I. M.; Carvalho, I. S.; Tinoco, I. M.; Duarte, L.; Carvalho, M. S. & Lima, M. R. **The Pernambuco-Paraíba Basin**. In: Beurlen, G.; Campos, D. A. & Vivers, M. C. (Eds.) *Stratigraphic range of Cretaceous of Mega and Macrofossils of Brazil*. Universidade do Rio de Janeiro. 1994. Instituto de Geociências: 245-272.

SCHLICHT, P.; Bengtson, P.; Hanbach, U.; Krumsiek, K.; Koutsoukos, E. 1999. **Ciclos de Calcário e Marga do Maastrichtiano da Bacia Pernambuco Paraíba (NE Brasil) – Evidências de Imposição Orbital?**. Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil e I Simpósio sobre o Cretáceo da América do Sul. Serra Negra, SP. Boletim de resumos, (1): 121 – 124.

SOBRAL, A. C. S. **Os monoides da Bacia da Paraíba: Implicações Cronoestratigráficas, Paleoecológicas e Paleobiogeográficas**. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007. 74 p.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. Editora Blucher. São Paulo. 2013. 400 p.

TEXEIRA, W.; THOMAS, R. S.; M. CRISTINA, M. T.; FABIO, T. [et. al]. **Decifrando a Terra**. 2ªed. Companhia de Editora Nacional. São Paulo, 2009. 130 p.

TINOCO, I. M. **Contribuição ao conhecimento da Gênese do Fosfato de Olinda**. Arquivo do Museu Nacional 1971. 54: 177-182.

VIEIRA, C. S. P. **Bairro do Roger em João Pessoa-PB: O lugar e suas práticas culturais**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade do Ceará. 2012. 111 p.

VIEIRA, P. C. **Contribuição Da Morfologia Dos Fósseis Para A Dedução De Paleoambientes**. Ver. IG, São Paulo, 1980. 1 (2): 33 – 38 p.

WICADER, R.; MOROE, J. S. **Fundamentos de Geologia**. CENGAGE Learning. São Paulo, 2009. 49 p.